



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Journal of Science & Technology
Phranakhon Rajabhat University

ปีที่ 4 ฉบับที่ 4 สิงหาคม 2557
Vol. 4 No. 4 August 2014





เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สำนักงาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคาร 21
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
โทรศัพท์ 0-2522-6609 โทรสาร 0-2522-6609

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่งานวิชาการในสาขาวิชาต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางด้านการวิจัย และการศึกษาค้นคว้า ของอาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจ
3. เพื่อเป็นสื่อกลางแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดทางวิชาการ ของบุคลากรทั้งภายในและนอกสถาบัน

Publisher

Faculty of Science and Technology
Phranakhon Rajabhat University

Office

Faculty of Science and Technology, Building 21
Phranakhon Rajabhat University
Tel. 0-2522-6609 Fax 0-2522-6609

Objectives

1. To promote dissemination of knowledge in all fields of science and technology.
2. To publish research results of faculty, students and researchers.
3. To be a medium for the exchange of knowledge and ideas among faculty, students and researchers of Phranakhon Rajabhat University and other institutes.

บรรณาธิการ

ผศ.ดร. เดช บุญประจักษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กองบรรณาธิการ

ศ.ดร. พวงเพ็ญ ศิริรักษ์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศ.ดร. สีน่า สุนทรสุข	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร. เพียงพบ มนต์นวลปรางค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
รศ.ดร. สมวงษ์ แปลงประสพโชค	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร. โอองการ วณิชชาชีวะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.รวงพร ประสิทธิ์กุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร. ไสภณ บุญลือ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร. จุฑาทพร แสงวงแก้ว	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร. ไพบุลย์ วิริยะวัฒนะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. สมคิด สุทธิธารวัช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. ประกายดาว ยิ่งสง่า	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. ธัชชา รัมมะศักดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. สมฤดี สาธิตคุณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร. สุชาดา ไม้สนธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. สุดาทิพย์ อินทร์ชื่น	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ดร. สืบตระกูล สุชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. อธิยา รัตนพิทยาภรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. อรพรรณ อนุรักษ์วรกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. อัญชลี นิลสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ฝ่ายศิลป์และภาพ

นางสาวขวัญเรือน บึงจ๊ะ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ฝ่ายจัดการและเลขานุการ

นางชนิษฐา อยู่หนูช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางสาวนนธิดา งามสมภาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางสาวเวียงศิริ แซ่อึ้ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางหนึ่งฤทัย ขยัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางสาวอารีย์ รอดดำรงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

อาหารไทยแห่งภูมิปัญญาไทย

กัญญา ตั้งสุวรรณรังษี

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลักมาแต่มนาน และข้าวจะมีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตมิใช่น้อย เรามีการบูชาพระแม่โพสพ ซึ่งเชื่อถือกันว่าเป็นเทพเจ้าประจำข้าว และคนไทยยึดถือพิธีกรรมเกี่ยวกับข้าวทั้งในระดับชาติ จนไปถึงระดับท้องถิ่น สืบเนื่องมาจนถึงปัจจุบันนั้นคือพระราชพิธีจรดพระนังคัลแรกนาขวัญ การสู่ขวัญข้าว การเลี้ยงผีตาแฮก เป็นต้น

ในขณะที่เดียวกันข้าวก็เคียงคู่ไปกับอาหารไทยประจำท้องถิ่น และพื้นที่บ้านที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ ทั้งพืชและสัตว์ จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์หลักจารึกหลักที่ 1 ของเมืองสุโขทัย เขียนไว้ว่า ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว คนไทยนิยมปลูกข้าวเก็บพืชผักและปลาที่หาได้ง่ายในแต่ละท้องถิ่นทั้งในท้องทุ่งนา ห้วย หนอง คลอง บึงที่ชุ่มชื้นทั่วไป อาหารหลักของคนไทยส่วนใหญ่ได้มาจากปลา พืชผัก และเนื้อสัตว์อื่นๆ

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบอาหารไทย

อาหารที่ดีประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน โยอาหาร แป้ง-น้ำตาล วิตามิน เกลือแร่ เรียกว่าสารอาหาร (Nutrients) ที่ครบถ้วนเพื่อช่วยให้เซลล์ทำงานได้ตามปกติ

อาหารไทยเป็นอาหารที่ดี มีส่วนประกอบและสารอาหารครบถ้วน ประกอบด้วยข้าว ปลา กะปิ น้ำปลา ผักสด ผักต้ม เนื้อสัตว์ (กุ้ง หอย ปู ปลา หมู ไก่ เนื้อวัว) ผลไม้และขนมหวานให้คุณค่าอาหารในรูปของโปรตีน, แคลอรี, วิตามิน, เกลือแร่ พอเพียงซึ่งแต่ละชนิดจะมีส่วนของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ ดังนี้ [1]

ข้าว เป็นอาหารหลักของคนไทย เป็นแหล่งสำคัญที่ให้พลังงานให้คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 80 โปรตีน ร้อยละ 4.7 ไขมัน โยอาหาร วิตามินบี 1 ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงเป็นไขมัน และช่วยให้ประสาททำงานตามปกติ วิตามินบี 2 ป้องกันโรคปากนกกระจะจอก และแร่ธาตุรวมทั้งซีลีเนียม (Selenium) ที่ช่วยในเซลล์มีภูมิต้านทานโรค วิตามินอี ที่มีอยู่ในน้ำมันรำข้าว ช่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรง ยืดหยุ่นง่าย และไม่เหี่ยวเร็ว ข้าวซ้อมมือหรือข้าวกล้อง จัดเป็นข้าวที่ดีที่สุด ควรบริโภคทุกวัน

เคียงนานๆ เพราะข้าวต้องการน้ำย่อยจากน้ำลาย หลังกินข้าวทุกมื้อควรเดิน 5-10 นาที จึงเริ่มทำงานต่อ

ปลา เป็นเนื้อสัตว์ไม่ติดมัน เป็นแหล่งโปรตีนที่ดี เช่นเดียวกับเมล็ดถั่วและไข่ ร่างกายต้องการโปรตีนอย่างเพียงพอ ทั้งปริมาณและคุณภาพเพื่อนำไปเสริมสร้างร่างกายให้เติบโต ปลาอย่างง่าย ไขมันต่ำ จะช่วยลดปริมาณไขมันในโลหิต ในเนื้อปลามีฟอสฟอรัสสูง มีวิตามินบี 12 แก้วโรคลดไขมัน สำหรับปลาเล็ก ปลาน้อยรวมทั้งปลากะปอง จะมีแคลเซียมสูง และปลาทุกชนิดมีสารไอโอดีนป้องกันโรคคอหอยพอก การบริโภคเนื้อปลาประจำจึงไม่มีโอกาสขาดแคลเซียม

กะปิ มีโปรตีนสูง และเกลือไอโอดีน กะปิเป็นวิธีถนอมอาหารโดยวิธีธรรมชาติไม่ใส่สารกันบูดเก็บไว้ได้นาน เป็นอาหารที่ดีของคนไทย เขมร พม่า ลาว น้ำพริก กะปิรับประทานกับผักสด ผักต้ม ซึ่งเป็นภาคพื้นบ้านช่วยให้ได้โยอาหาร วิตามิน เอ บี ซี แคลเซียม และเหล็กครบถ้วน

น้ำปลา มีโปรตีนร้อยละ 10 เกลือแกง ร้อยละ 30 เป็นเครื่องปรุงรสที่ดีแต่ต้องระวังในคนเป็นโรคไต ความดัน หรือโรคหัวใจที่ต้องควบคุมน้ำ และเกลือ ไม่ควรบริโภคน้ำปลาเกินวันละ 2 ช้อนชา

เนื้อสัตว์ (ไก่ หมู เนื้อวัว) มีโปรตีนร้อยละ 30 มีไขมัน คอเลสเตอรอล มีธาตุเหล็กและแคลเซียมมาก หากบริโภคเนื้อสัตว์มากเกินไปอาจเกิดภาวะไขมันในเลือดสูงเกิน และหลอดเลือดแข็งตัวทำให้อวัยวะขาดเลือด และเสื่อมเร็ว ควรบริโภคถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ และถั่วลิสงแทนเนื้อสัตว์ให้มากเพราะถั่วทุกชนิดมีโปรตีนมากเกือบเท่าเนื้อสัตว์ และแร่ธาตุครบถ้วน อีกทั้งยังมีกากใยช่วยให้การขับถ่ายดีขึ้นอีกด้วย

ไขมัน น้ำมันและไขมัน เป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงไม่ควรรับประทานมาก เพราะจะทำให้เกิดอาการแน่นท้อง น้ำหนักเพิ่ม ภาวะไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคข้อ ควรเลือกรับประทานไขมันดีจากพืช เช่นถั่วเหลือง น้ำมันงา น้ำมันข้าวโพด เพราะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดโอเมก้า 3 สูง ลดการเกิดภาวะคอเลสเตอรอลในเลือดสูงผักสด มีประโยชน์อย่าง

มาก เพราะผักสดให้วิตามิน เกลือแร่ และใยพืช เนื่องจากใยพืชไม่ถูกย่อยสลายจึงเป็นประโยชน์มาก แก่โรคท้องผูก การบริโภคผักสด ผลไม้สดทุกมื้อช่วยให้สุขภาพแข็งแรง ป้องกันโรคหวัดได้ด้วย หลังอาหารแต่ละมื้อควรดื่มน้ำแต่พอควร เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำย่อยเจือจางอันเกิดผลเสียคือการย่อยไม่ดี ท้องอืด เพื่อย่อยๆ

2. รสชาติของอาหารไทย

ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย จะมีอาหารที่โดดเด่น และเป็นเอกลักษณ์ในรสชาติที่คนในท้องถิ่นชื่นชอบ โดยเฉพาะพืช ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์ต่างๆ แตกต่างกันไปบ้าง คล้ายคลึงกันบ้าง ขึ้นอยู่กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของแต่ละภาค โดยเฉพาะพืชผักทางภาคเหนือจะออกรสหวาน ขม ผาด และมีผักที่ปรุงรสที่หลากหลาย ผักทางภาคใต้มีรสชาติร้อน ขม ฉุน ผาด ในขณะที่เดียวกันภาคอีสานจะมีรสมัน หวาน เปรี้ยว เผ็ด ร้อน ส่วนภาคกลางมีหลากหลาย ผสมกันไป

อาหารไทยภาคกลาง รสชาติอาหารกลมกล่อม เป็นรสกลางๆไม่หนักไปข้างใดข้างหนึ่งมากจนเกินไป มีความละเมียดละไมในการปรุงแต่ง ทั้งนี้เพราะแหล่งอาหารไทยภาคกลางมาจากครัวในวังหลายต่อหลายงาน โดยการนำเอาผักพื้นบ้านมาปรุงแต่งให้เข้ากับคนในวัง เช่นส้มตำภาคอีสาน กลายมาเป็นข้าวมันส้มตำ เป็นต้น อาหารจานภาคกลางหลายๆงานได้ก้าวไปสู่สากลจนเลื่องชื่อลือนามทั้งขนมหวาน อาหารคาว เช่น แกงมัสมั่น ต้มยำกุ้ง แกงเขียวหวาน ผัดกะเพรา ผู่ฉี่ปลา ยำวุ้นเส้น เป็นต้น อาหารจานเดียว เช่น ผัดไทย หมี่กรอบ เป็นต้น ขนมหวานมีทั้งกล้วยบวชชี บวดฟักทอง ฝอยทอง ทองหยิบ เต้าส่วน เป็นต้น

อาหารภาคกลาง ล้วนเป็นอาหารที่อร่อย ช่วยให้อาหารที่ดีมีเครื่องปรุงผสมลงตัวอย่างมีศิลปะ เคล็ดลับ การปรุงรวมทั้งเครื่องปรุงที่ดีมีมากมายจริงๆ เช่น น้ำพริก หลน แกง ต้ม ผู่ฉี่ พะแนง ยำ ปลา เมี่ยง ฯลฯ [2]

อาหารไทยภาคเหนือ รสชาติอ่อนกว่าภาคอื่นๆ ส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากพม่า รสเผ็ดน้อย ไม่นิยมใช้กะทิและน้ำตาล และมีเครื่องปรุงไม่เหมือนภาคอื่น คือ ถั่วเน่าแทนกะปิ น้ำปูแทนน้ำปลาร้า เป็นต้น อาหารพื้นเมืองหนึ่งสำหรับ ประกอบด้วย น้ำพริกอ่อง แคบหมู แกงฮังเล ลาบ ข้าวเหนียว ไก่ซิ้นทอด ข้าวซอย จัดใส่ภาชนะรูปทรงกลมมีขาสูงพอที่จะนั่งร่วมวงและหยิบ

อาหารได้สะดวก เรียกว่า ซันโตก ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ที่เด่นชัดของอาหารเหนือ ประกอบด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงได้จากพืชผักสมุนไพร และมีสรรพคุณทางยาสูง ล้วนเป็นประโยชน์ต่อร่างกายทั้งสิ้น [3]

อาหารไทยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รสชาติเข้มข้น เปรี้ยว เค็ม เผ็ด เป็นหลัก ใช้วัตถุดิบประกอบอาหารจากท้องถิ่น เช่น ผักหวาน หน่อไม้จากป่า สัตว์ได้จากแหล่งต่างๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ห้วย หนอง บึง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่า การประกอบอาหารมีหลายประเภท เช่น การหลาม หมก ซบ ต้ม ปั่น แกง แจ่ว ลาบ ปิ้ง ย่าง เผา เป็นต้น รสเผ็ดของอาหารได้จากพริกอีสาน และพริกชี้หนู ส่วนรสเค็มได้จากปลาร้า เกลือ รสเปรี้ยวได้จากมะกอก มดแดง มะนาว มะขาม ซึ่งใช้ได้ทั้งยอดอ่อน ผักอ่อน และมะขามเปียก ซึ่งล้วนให้รสชาติแตกต่างกันออกไป [4]

อาหารไทยภาคใต้ มีรสชาติที่เข้มข้น เผ็ดร้อน ประกอบด้วยเครื่องเทศ สมุนไพร ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ใช้ผักเป็นเครื่องเคียง ซึ่งจะใช้คำว่าผักเหนาะ อาหารไทยภาคใต้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมาก ภูมิประเทศเอื้ออำนวย ทรัพยากรสมบูรณ์อยู่ใกล้ทะเล มีอาหารจำพวก ปลา ปู กุ้ง หอย ให้รับประทานสดๆ ภาคใต้ฝนตกชุกทำให้มีผักสดหลากหลายชนิดจากการเพาะปลูก และธรรมชาติ อาหารภาคใต้มีสีเหลืองๆจากไขมันเกือบทุกอย่าง เช่น แกงไตปลา แกงส้ม แกงพริก ปลาทอด ไก่ทอด อาหารภาคใต้รสเผ็ดจัด เค็ม เปรี้ยว เผ็ด แต่ไม่นิยมหวาน รสเผ็ดได้มาจากพริกชี้หนูสด พริกชี้หนูแห้ง และพริกไทย รสเค็มจากกะปิ เกลือ รสเปรี้ยวได้จากส้มแขก ตะลิงปลิง ระกำ มะนาว มะขามเปียก และมะขามสด เป็นต้น

3. คุณค่าและเสน่ห์ของอาหารไทย

อาหารไทยมีหลายรสชาติอย่างน้อย 2-3 รสขึ้นไป แต่ละรสในอาหารแต่ละงานจะส่งเสริมซึ่งกันและกันให้เกิดความอร่อย เช่น แกงส้มมีรสเปรี้ยว เผ็ด หวาน เสริมกันเกิดความอร่อยยิ่งขึ้น หรือเปรี้ยวของมะนาวในต้มยำถูกลดความเปรี้ยวด้วยความเผ็ดของพริกชี้หนู ความเผ็ดของพริกชี้หนูสดถูกลดลงด้วยกุ้งสดและเห็ด รสของกุ้งเพิ่มความอร่อยขึ้นด้วยข่า ตะไคร้ ใบมะกรูด หอม ผักชี ฯลฯ อาหารแต่ละงานจึงมีส่วนผสมของเครื่องปรุงไม่ต่ำกว่า 5-6 อย่างขึ้นไป เสน่ห์ของอาหารไทยอยู่ที่ตรงที่อาหารไทยมีหลายรส ซึ่งยากจะบอกได้ว่ามีรสอะไรโดดเด่น เพราะความฉลาดของผู้ปรุงสมุนไพรและ

ผักหลายๆอย่างมารวมกันอย่างมีสัดส่วน สามารถจำแนกคุณค่าและเส้นที่โดดเด่นหลักๆ 3 ด้าน คือ

1. คุณค่าทางโภชนาการ ซึ่งได้จากผักต่างๆ เครื่องเทศสมุนไพรเป็นส่วนผสมของเครื่องปรุงอาหารแต่ ละจาน ที่ทำให้อาหารไทยแตกต่างไปจากอาหารชาติ อื่นๆ ซึ่งปัจจุบันพิสูจน์ได้แล้วว่าสมุนไพรในอาหารไทยใน รูปอาหารและเครื่องต้ม ให้คุณค่าส่งเสริมรักษาสุขภาพ อันได้แก่ พริก หัวหอม กระเทียม ขิง ข่า ใบมะกรูด กะเพรา โหระพา ใบแมงลัก และเครื่องต้มอื่นๆ เป็นต้น

2. คุณค่าด้านสุขภาพที่มีไขมันต่ำ และให้ พลังงานพอดี เพราะอาหารไทยปรุงจาก “ปลาเป็นหลัก ผักเป็นพื้น” ปลาเป็นโปรตีนชั้นดี มีไขมันต่ำ ส่วนผัก นอกจากให้ไขมันต่ำแล้วยังมีวิตามิน แร่ธาตุ สารพฤกษเคมี และใยอาหารมากมาย ที่สำคัญอาหารไทยแท้และ ดั้งเดิมนิยมปรุงอาหารด้วยวิธีการต้ม แกง ตำ ยำ นึ่ง น้ำพริกผักจิ้มประเภทต่างๆ ส่วนผัดและทอดเป็นอาหาร ไทยประยุกต์ที่คนรุ่นใหม่นิยมรับประทานกันมากเป็น ประจำ จึงทำให้อ้วนได้

3. คุณค่าทางด้านสรรพคุณทางยาสมุนไพร อาหารไทยมีสรรพคุณทางยา ซึ่งได้จากเครื่องปรุงที่ใช้ เครื่องเทศและผักที่ใช้ส่วนผสมเครื่องปรุงประกอบใน อาหารนั้นๆ ช่วยเสริมให้รสดี กลิ่นดี เช่น กระเทียมช่วย ลดความดันลดไขมัน หัวหอมแก้หวัด พริกทำให้การ ไหลเวียนของเลือดดี ตะไคร้ช่วยท้องอืด ขับปัสสาวะ ข่า แก้อท้องอืด เป็นต้น นอกจากนี้เครื่องเทศและสมุนไพรที่มี สรรพคุณทางยายังช่วยให้โรคหายเร็ว ร่างกายมีความ ด้านทานสูง และการเกิดโรคแทรกซ้อนน้อยลง [5]

4. เครื่องเทศสมุนไพรในอาหารไทย

การประกอบอาหารไทยในแต่ละภาค นิยมใช้ พืชผักธรรมชาติ เครื่องเทศ และสมุนไพรที่มีอยู่ใน ท้องถิ่น ทำให้อาหารแต่ละจานมีเอกลักษณ์ของตัวเองใน เรื่องกลิ่นและรส เช่น แกงฉู่ฉี่จะมีกลิ่นของผิวมะกรูด พะแนงจะหอมลูกผักชีคั่ว ทำให้อาหารมีกลิ่นหอม ชู รสชาติ ดับกลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ และที่สำคัญไม่เพียงแต่ ให้คุณค่าทางโภชนาการยังมีสรรพคุณทางยา เช่น ตะไคร้ในต้มยำกุ้ง ไม่เพียงแต่ดับกลิ่นคาวกุ้ง ชูรสต้มยำ ให้มีรสชาติควบคู่กับน้ำต้มยำที่มีรสเปรี้ยว เค็ม ความ หวานของกุ้งสดทำให้เกิดความสมดุล สรรพคุณทางยา คือ ช่วยให้อท้องไม่อืด คุณค่าทางโภชนาการในตะไคร้ทำ ให้ร่างกายได้สารอาหารแคลเซียม

การใช้เครื่องเทศสมุนไพรในอาหารจึงควร คำนึงถึงสัดส่วนในการใช้ หากใช้มากเกินไปจะทำให้ อาหารจานนั้นมีรสชาติกลืนเป็นยา เช่น แกงเผ็ด แกง เขียวหวาน (ในสัดส่วนของพริกแห้ง 5 เม็ด หรือพริก ขี้หนูสด 20 เม็ด) ใช้หัวหอมแดง 3 ซ่อนโต๊ะ รากผักชี ขอย 1 ซ่อนชา พริกไทย 5 เม็ด ลูกผักชีคั่ว 1 ซ่อนโต๊ะ ผิวมะกรูดครึ่งซ่อนชา ลูกยี่รำคั่ว 1 ซ่อนชา ข่าขอย 1 ซ่อนชา ตะไคร้ขอย 1 ซ่อนโต๊ะ [6]

ลักษณะอาหารไทยที่นำมาปรุงแต่งที่มีสรรพคุณ เป็นยา อาทิเช่น [7] แกงเผ็ด ผัดเผ็ด มีสรรพคุณเป็นยา ชาติ ช่วยเรียกน้ำย่อย เจริญอาหาร ขับลมในกระเพาะ และลำไส้

แกงเลียงก็เป็นที่ทราบกันว่านิยมให้หญิงแม่ลูก อ่อนรับประทาน เป็นยาเรียกน้ำนม ช่วยขับเหงื่อ เจริญ อาหาร

ต้มยำ ต้มส้ม ต้มโคล้ง เป็นยาแก้หวัดคัดจมูก ขับ เหงื่อขับลม เรียกน้ำย่อย ขับพิษไข้

ต้มจืดต่าง ๆ เช่น ต้มจืดมะระ ต้มผัก ต้มหัวไชเท้า ล้วนเป็นยา แก้อ่อนใน ดับพิษร้อน ถอนพิษไข้ เพราะทั้งผัก มะระ และหัวผักกาด ต่างมีรสเย็น ทำให้ อุณหภูมิของร่างกายเย็นลงช่วยถอนพิษไข้ได้

แกงซี่เหล็ก แกงส้มดอกแค และสะเดาน้ำปลา หวาน นอกจากมีรสชาติอร่อยแล้วยังเป็นยาาระบาย อ่อนๆ และเป็นยาแก้ไข้หัวลม

ส่วนอาหารประเภทส้มตำ ยำ ปลา ลาบ ก้อย และน้ำพริกทุกประเภท ใช้เป็นยาเรียกน้ำย่อยแก้โรคเบื่อ อาหาร อาหารไม่ย่อย ผักและเครื่องเคียงก็ช่วยให้ ขับถ่ายดีขึ้น

ใบกุยช่าย ใบกุยช่ายผัดกุ้งหรือหมู หรือต้มเลือด หมูใส่ใบกุยช่าย จะเป็นยาล้างฝุ่นละอองในหลอดลมและ แก้อัสน้ำใน นักเลงสมัยก่อนหากมีเรื่องชกต่อยมาจะใช้ใบ กุยช่ายคั้นน้ำผสมสุราดื่มแก้ขี้ใน

การอยู่กับธรรมชาติทำให้มนุษย์ได้เรียนรู้ว่า อะไรกินได้หรือไม่ได้ กินแล้วมีประโยชน์ต่อร่างกายอย่าง ไร นอกจากพืชแล้วยังมีดอกไม้ที่ปลูกเพื่อความสวยงามก็ สามารถนำมาประกอบอาหารรับประทานได้ ในอดีตมี การใช้ดอกไม้เป็นอาหารมานานแล้ว การเรียนรู้ว่า ดอกไม้ชนิดใดประเภทไหนรับประทานได้ซึ่งเป็นภูมิ ปัญญาดั้งเดิมของคนไทยที่ผ่านมามาทดลองกินและเรียนรู้ ถ่ายทอดกันมา ดอกไม้บางอย่างกินเป็นยา ดอกไม้ บางอย่างใช้ปลูกประดับเพื่อความสวยงาม ดอกไม้ที่คน ไทยส่วนใหญ่รู้จักและกินเป็นอาหารได้แก่ ดอกแค ดอก สะเดา ดอกฟักทอง ดอกโสน หัวปลี ดอกขจร ซึ่งดอกไม้

เหล่านี้ส่วนใหญ่นำไปประกอบอาหารต่าง ๆ รับประทาน เช่น

ดอกกาหลงและชงโค นิยมปลูกประดับสองฟากถนนเพื่อให้ความร่มรื่น เมื่อนำมาแกงส้มรับประทานมีสรรพคุณช่วยบรรเทาอาการปวดศีรษะ ลดความดันโลหิต ส่วนยอดอ่อนและใบอ่อนทางภาคเหนือนำมาแกงได้

ดอกมะลิ ดอกบัว ดอกเก็กฮวย นำดอกมาตากแห้ง ชงดื่มเป็นเครื่องดื่ม แก้อ่อนใน กระหายน้ำ ทำให้ร่างกายสดชื่น

ดอกขมขนาดจะมีกลิ่นหอมใช้ปรุงกลิ่นในอาหาร โดยนำมาอบในน้ำปรุงข้าวแช่ทำให้ร่างกายสดชื่น

และดอกไม้บางอย่างสามารถนำมารับประทานเป็นยาได้ เช่น [6] ดอกพิทูร มีสรรพคุณ ดอกสด แก้ท้องเสีย เป็นยาหอม บำรุงหัวใจ ปวดหัว เจ็บคอ ขับเสมหะ

ดอกบุนนาค มีสรรพคุณ เป็นยาขับเสมหะ บำรุงโลหิต บำรุงหัวใจ

ดอกคัตเค้า มีสรรพคุณ ใช้เป็นยาขับประจำเดือน

ดอกรสสุคนธ์ มีสรรพคุณ แก้ลมบำรุงหัวใจ

ดอกสายน้ำผึ้ง ใช้ทาร์ักษาโรคผิวหนัง ดอกคั้นรับประทานเป็นยาเจริญอาหาร

ดอกประยงค์ ช่วยเร่งการคลอด แก้อ่อนใน แก้อไอ เวียนศีรษะ

นอกจากนี้แล้วพืชผักบางชนิด ซึ่งเป็นกลุ่มพืชหอมนำมาปรุงอาหารและชูกลิ่นและรสได้ เช่น โหระพา กระเพรา แมงลัก หอม กระเทียม พริกต่าง ๆ ฯลฯ นอกจากนี้จะรับประทานร่วมกับอาหารแล้ว ยังจัดเป็นพืชสมุนไพร ซึ่งมีสรรพคุณทางยาอีกมากมาย จากแนวทางการดำเนินงานโภชนาการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (2540-2544) พบว่า ประชาชนส่วนใหญ่มีปัญหาทุพโภชนาการเกินมีมากขึ้น ได้แก่

โรคอ้วนซึ่งเป็นปัญหาคุณภาพของชนทุกวัย ในประเทศไทยพบว่าอัตราของโรคอ้วนของผู้บริโภคมีอายุ 20-29 ปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 130.6 ภายในระยะเวลา 10 ปี และพบสูงมากช่วงวัยทำงานอายุ 30-39 ปี ได้มีนักวิจัยพบว่า พืชสมุนไพรหลายชนิดมีผลต่อพลังงานที่ใช้ในการย่อย การดูดซึมและเผาผลาญอาหาร ได้แก่ พริก และชาเขียว ซึ่งนับว่าเป็นสมุนไพรที่มีสารแคปไซซินสูง ซึ่งสารตัวนี้มีฤทธิ์ลดความเจ็บปวด ช่วยในระบบการย่อย และการไหลเวียนของเลือดช่วยป้องกันโรคหัวใจ โรคกระเพาะอาหารที่มีพริกไม่ว่าจะเป็นอาหารคาร์โบไฮเดรต

สูงหรือไขมันสูง พริกจะช่วยเพิ่มการใช้พลังงานในระบบเผาผลาญอาหารของร่างกายได้

ชาเขียว มีสารแคททีชินสูง ซึ่งช่วยในการเพิ่มอัตราการเผาผลาญของร่างกายและเพิ่มพลังงานที่ใช้ในการย่อย การดูดซึมอาหารมากขึ้น

ลักษณะเฉพาะที่เห็นเด่นชัดในพืชผักพื้นบ้านหรือพืชผักที่เป็นสมุนไพร ความเข้มข้นของเครื่องเทศหรือวัตถุดิบประเภทสมุนไพรที่นำมาประกอบอาหาร ซึ่งล้วนแล้วแต่มีประโยชน์ทั้งสิ้น สะท้อนถึงภูมิปัญญาและศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นที่ดัดแปลงถ่ายทอดกันมาช้านานได้อย่างไม่มีขีดจำกัด เพียงแต่ต้องรู้หลักการปรุงแต่ง เช่น รู้จักหลักการยำ การผัด การต้ม การตุ๋น การแกง ฯลฯ ก็สามารถที่จะนำพืชผักธัญญาหารต่าง ๆ มาประกอบอาหารในแต่ละประเภทได้อย่างลงตัว อาหารไทยในแต่ละมื้อมีอาหารหลากหลายชนิด รวมกันในแต่ละจานหรือสำรับอย่างมีสัดส่วนที่พอเหมาะและมีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย จะเห็นได้ว่าผู้บริโภคอาหารไทยเป็นประจำ มีภาวะโภชนาการและสุขภาพที่ดี อาหารไทยเป็นได้ทั้งอาหารและยา ซึ่งเกิดจากภูมิปัญญาของคนไทย ฉะนั้นการสนับสนุนให้คนรุ่นใหม่ตระหนักถึงคุณค่า และหันมาบริโภคผักพื้นบ้าน อาหารพื้นเมืองให้มากยิ่งขึ้น เพราะพืชผักพื้นบ้านจะมีมากตามฤดูกาล การรับประทานอาหารตามฤดูกาลเป็นภูมิปัญญาที่ต้องการตอบสนองความต้องการของร่างกายในด้านสุขภาพดี รวมถึงป้องกัน และรักษาโรคได้

5. อาหารไทยแห่งภูมิปัญญาไทย

การค้นพบอาหารไทยที่มีเส้นทางเดินอันยาวไกล นับหลายทศวรรษมาแล้วเป็นการค้นหาโดยใช้ภูมิปัญญาแบบไทยๆ ในบริบท และอัตลักษณ์ของความเป็นไทย ใช้ปัญญาอันชาญฉลาด ลองผิดลองถูกที่มีอยู่ในธรรมชาติ ให้มาอยู่ในหม้ออาหารและจัดการแต่งเป็นสำรับเดียวกัน ทดลองปรุง ทดลองกินจากคนรุ่นแล้วรุ่นเล่าต่อเนื่องกัน มาจนกลับกลายเป็นตำรับอาหารไทยอย่างลงตัว กินอยู่ สืบทอดกันมายาวนานจนถึงยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุควิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีล้ำหน้า และโลกาภิวัตน์ อาหารไทยได้เดินทางรุดหน้าไปสู่ต่างแดน ต่างถิ่นกินกันทั่วโลก เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย คงไม่ใช่เพียงแค่รสชาติที่อร่อยและกลมกล่อม แต่อาหารไทยยังมีเสน่ห์ที่เหลือหลายมากมายหลายด้าน โดยเฉพาะอาหารแห่งภูมิปัญญาและมีคุณค่าแห่งชีวิต ที่สามารถพิสูจน์ได้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นอัตลักษณ์ซึ่งหาไม่ได้จากอาหาร

ชาติอื่นๆ นั่นคืออาหารไทย 1จาน1 สำหรับ กินแล้วได้ สารอาหารครบถ้วน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุและไขมัน และสัดส่วนของอาหาร 5 หมู่ แบบสมบูรณ์ลงตัว ตัวอย่างอาหารไทย 1 สำหรับ มีข้าว แกงส้มผักร่วมกับปลาช่อน ไข่เจียว ผัดถั่วงอกกับเต้าหู้ และกล้วยน้ำว้า สามารถรับประทานในครอบครัวได้ทุกคน ถึงแม้เป็นอาหารจานเดียวอย่างเช่นขนมจีนน้ำยากะทิที่มีผักหลายชนิด ตามด้วยส้มโอ ก็ได้สารอาหารครบ 5 หมู่ เช่นเดียวกัน

อาหารไทยเป็นอาหารแห่งภูมิปัญญา มีที่มาที่ไปอย่างชัดเจน ตั้งแต่บรรพบุรุษไทย แต่ละยุคได้ค้นหา ทดลองปรุงแต่งให้เป็นที่ยอมรับสืบทอดยาวนานจนถึง ลูกหลานด้วยความชาญฉลาดอย่างล้าลึก ตัวอย่างเช่น การนำใบไม้สีเขียวที่เกิดกลางป่ามาทดลองกินดูว่าว่ามี รสขมมาก แต่เมื่อกินแล้วดีต่อสุขภาพจึงศึกษาหาวิธีการ กลบรสขมให้น้อยลง โดยการนำไปต้มหรือลวกกินกับ น้ำพริกหวานควบคู่แก้มรวมกันกับปลาตุ๋นอย่าง สามารถ ทำให้อาหารอร่อยขึ้นกว่าเดิมมากมีสารอาหารครบถ้วน 5 หมู่และแกงเขียวหวานใส่กะทิเช่นเดียวกันกินแล้ว เลี่ยน ภูมิปัญญาไทยทดลองโดยใช้มะเขือพวงที่มีรสขชาติ อาหารเผื่อนๆลงไปผสมผสานกับกะทิเพื่อแก้เลี่ยน ทำให้ รสชาติอาหารกลมกล่อมอร่อยมากขึ้นกว่าเดิม แถมยังได้ สารอาหารแคลเซียมและใยอาหารสูงอีกด้วย สลัดไทย คือ ส้มตำ ข้าวเหนียว ไก่ย่าง มีส่วนประกอบของ สารอาหารครบ 5 หมู่ที่บรรพบุรุษไทยคิดออกมาได้จน ปรากฏเป็นอาหารไทยยอดฮิตติดอันดับโลก และที่สำคัญ เป็นสลัดที่ให้พลังงานต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสลัดน้ำข้น แบบฝรั่ง อีกตัวอย่างหนึ่ง คือข้าวต้มมัดหรือข้าวต้มผัด เป็นภูมิปัญญาที่บ่งบอกถึงความสามารถที่เก่งกาจเฉลียว ฉลาดอย่างแท้จริงแห่งภูมิปัญญาบรรพบุรุษไทย ในการ พัฒนานำมาปรุงแต่งดัดแปลงเป็นอาหารว่าง ขนมหวาน แบบไทย กินเพียง1 กลีบเท่านั้นก็ได้สารอาหาร หลากหลาย มีคาร์โบไฮเดรตให้พลังงานจากข้าวเหนียว ได้โปรตีนจากถั่วดำ ได้ไขมันจากกะทิมะพร้าว ได้วิตามิน แร่ธาตุจากผลไม้คือกล้วย เหล่านี้เป็นต้น

ลักษณะการกินอาหารไทยแบบสำหรับก็เป็น วัฒนธรรมการกินของคนไทยที่ทรงคุณค่า ซึ่งเกิดจากภูมิ ปัญญาตามบรรพบุรุษไทยที่ต้องการให้สมาชิกใน ครอบครัวได้นั่งกินข้าวล้อมวงด้วยกัน ซึ่งเป็นช่วงที่ดีที่สุด ของครอบครัวที่จะได้มีโอกาสอยู่พร้อมหน้าพร้อมตากัน ปรึกษาหารือสร้างความสัมพันธ์และความรักต่อกันเป็น บรรยากาศแห่งความสุขของครอบครัวที่เื้อ้ออาหารต่อกัน และยังเป็นเวทีที่พ่อแม่สอนลูกสาวให้เป็นแม่ศรีเรือน

สอนลูกชายให้เป็นคนเข้มแข็งและเป็นคนดี รู้จักหน้าที่ๆ ต้องรับผิดชอบ [6]

อาหารไทย เป็นเครื่องสะท้อนให้เห็นถึงวิถีชีวิต ความคิด จิตใจของคนไทยอย่างชัดเจน ลักษณะอาหารในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทยจะมีความโดดเด่นหลากหลายด้วยพืชผักพื้นบ้าน ที่เป็นทั้ง เครื่องเทศสมุนไพรอันทรงคุณค่า และให้ประโยชน์ต่อ ร่างการทางด้านโภชนาการ ทางด้านสรรพคุณทางยาของ สมุนไพร และทางภูมิประเทศที่ถูกสร้างสรรค์พัฒนามา จากบรรพบุรุษรุ่นต่อรุ่นอย่างต่อเนื่อง คัดเลือกทรัพยากรใน ดิน สินในน้ำที่อุดมสมบูรณ์ให้เป็นอาหารประจำชาติไทย ได้อย่างสารพัด ด้วยกรรมวิธี การคิด การเลือกสรร และการทดลอง ปรุงแต่ง ผสมผสานและประดิษฐ์ให้มีความ อร่อยเป็นที่นิยมชมชอบของสังคม จนกลายเป็น เอกลักษณ์เฉพาะเจาะจงของแต่ละท้องถิ่นอย่างลงตัว สอดคล้องกับวิถีชีวิตคนไทย และแพร่หลายกลายเป็น อาหารยอดฮิตของโลกอย่างยั่งยืน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วีระสิงห์ เมืองมัน. มปป. การดูแลสุขภาพด้วยการ บริโภคอาหาร. กรุงเทพฯ : สถาบันการแพทย์แผน ไทย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- [2] ทวีทอง หงส์วิวัฒน์ และคณะ. 2551. อาหารไทยภาค กลาง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แดงแดด.
- [3] จริญญา เดชกฤษฎ. 2551. อาหารไทยภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ : บริษัท ทวี.พรินท์ จำกัด.
- [4] จริญญา เดชกฤษฎ. 2551. อาหารไทยภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ. กรุงเทพฯ : บริษัท ทวี.พรินท์ จำกัด.
- [5] ศรีสมร คงพันธุ์. 2548. อาหารหลากหลายกับการบำบัด โรค. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แดงแดด.
- [6] ภริตา จิรวชิราธิกุล. 2557. สุขภาพดี วิถีไทย ตอน อาหารไทย. (ออนไลน์). สืบค้นจาก :http://www.pleasantherbsgarden.com/knowledge_in.php?id=39. 13 มีนาคม 2557.
- [7] กรรณิการ์ พรหมเสาร์ และนันทา เบญจสิลาธิรักษ์. 2542. แกะรอยสำหรับไทย (พิมพ์ครั้งที่ 1). เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์พิมพ์วรรณรักษ์.

การพัฒนาสูตรบีทรูทชิฟฟอนเค้ก Development of beetroot chiffon cake recipe

พิมพา ฝาชัยภูมิ และ ศรุดา นิติวรการ*
Pimpa fachaiyaphum and Saruda Nitiworakarn*

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 10220
Department of Home Economics Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

* Corresponding author: e-mail: sarudamam@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรชิฟฟอนบีทรูทให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับชิฟฟอนเค้กจากการทดลองพบว่าสูตรพัฒนาสูตรชิฟฟอนบีทรูท สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด มีส่วนผสมดังต่อไปนี้ แป้งเค้ก 60 กรัม ไข่ไก่ 2 ฟอง น้ำตาลทรายขาว 60 กรัม นมสด 36 กรัม น้ำมันพืช 35 กรัม เกลือ ¼ ช้อนชา ผงฟู 1 ช้อนโต๊ะ น้ำมะนาว ½ ช้อนชา นมผง 1 ช้อนโต๊ะ และกลิ่นวานิลลา 1 ½ ช้อนโต๊ะ จากนั้นเพิ่มบีทรูทลงไปในส่วนผสม ในปริมาณ 9 กรัม และเพิ่มกลิ่นวานิลลา ในปริมาณ ½ ช้อนชา จึงได้ชิฟฟอนเค้กที่มีคุณลักษณะลักษณะที่ซึ่งเนื้อที่เบา นุ่ม เนื้อละเอียด เนื้อเค้กตองไม่แฉะ มีการขึ้นฟูได้ดี รสชาติหวาน มีกลิ่นหอม

คำสำคัญ: บีทรูท ชิฟฟอนเค้ก

Abstract

This research aims to develop the chiffon beetroot recipe to be accepted by consumers and to increase the nutritional value of recipe. The results showed that the formula has been accepted by most consumers was containing cake flour 60g, 2 eggs, sugar 60g, milk 36g, oil 35g, salt ¼ teaspoon, baking powder 1 tablespoon, lemon juice ½ teaspoon, milk 1 tablespoon and vanilla 1 ½ tablespoon. Then add the beetroot mixture into the 9 g and increase in the amount of ½ teaspoon vanilla. The chiffon cake finally has a feature which soft texture, not soggy with good fluffy and sweet aroma.

Keywords: Beetroot, Chiffon cake

1. บทนำ

เค้กเป็นอาหารชนิดหนึ่ง นิยมทานเป็นของหวาน และฉลองในเทศกาลต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันเกิดและวันแต่งงาน มีตำรับหรือสูตรการทำเค้กจำนวนมาก อีกทั้งตำรับการทำเค้กบางสูตรก็มีการสืบทอดการทำเป็นเวลาหลายศตวรรษ รวมทั้งปัจจุบันยังเป็นอาหารหวานที่นิยมไปทั่วโลก โดยทั่วไปเค้กมีทั้งมีรสชาติดหวาน ทำให้รู้สึกดีผ่านกระบวนการอบ ประกอบด้วยส่วนผสมจากแป้ง น้ำตาล และอื่นๆ เช่น ไข่ แป้งสาลี เป็นต้น ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อมารวมกัน

จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อที่ละเอียดเบา นุ่ม และคุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมหรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมที่ถูกต้อง ระยะเวลาที่อบ และอุณหภูมิที่ใช้อบถูกต้อง ส่วนผสมที่ใช้ในการทำเค้กสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ส่วนที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้กได้แก่ แป้ง ไข่ และนม และส่วนที่ทำให้เค้กมีความนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไขมัน และผงฟู เป็นต้น [1]

ปัจจุบันสามารถแบ่งเค้กออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ได้แก่ เค้กเนย (Batter-type cakes) เป็นเค้กที่มีเปอร์เซ็นต์

ของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กประเภทนี้เกิดจากอากาศที่ได้จากการตีเนย โดยเมื่อดไขมันจะเก็บอากาศเข้าไว้ ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เช่น ซ็อคโกแล็ตเค้ก เค้กผลไม้ เป็นต้น เค้กไข่ (Foam-type cakes) เป็นเค้กที่ไม่มีไขมันในส่วนผสม เนื้อเค้กและปริมาตรของเค้กขึ้นอยู่กับ การขยายตัวของไข่ขาวที่นำมาตีจนเป็นฟองซึ่งจะเก็บอากาศเข้าไว้ในระหว่างการตีไข่และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ ได้แก่ สเปนจ์เค้ก แยมโรลล์ เป็นต้น ชิฟฟอนเค้ก (Chiffon-type cakes) เป็นเค้กที่มีลักษณะของเค้กเนยและเค้กไข่ คือมีโครงสร้างที่ละเอียดของเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาของเค้กเนย ต่างจากเค้กเนยตรงชิฟฟอนเค้กใช้น้ำมันพืชผสมแทนเนยหรือมีการรีนในเค้กเนยและวิธีการผสมเป็นเค้กเป็นที่ยอมรับในหมู่นักทำขนมที่ต้องการบริโภคเค้กที่มีไขมันต่ำ และรสชาติที่ไม่เลี่ยนเกินไป ประกอบด้วยเอกลักษณ์ประจำตัว คือความนุ่ม อีกทั้งสามารถดัดแปลงรสชาติได้มากมายและหลากหลาย [2]

บีทรูท (Beetroot) เรียกในชื่ออื่น ๆ ผักกาดฝรั่งหรือ ผักกาดแดง เป็นต้น เป็นพืชล้มลุกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Beta vulgaris* L. จัดอยู่ในวงศ์ Amaranthaceae เชื่อว่ามีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียในประเทศอินเดีย จากนั้นถูกนำไปยังยุโรปและนิยมนำมารับประทานแพร่หลายต่อมา [3] ปัจจุบันมีรายงานวิจัยจำนวนมาก พบว่าบีทรูทมีสารสำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะในส่วนรากสะสมอาหารใต้ดิน (tap root) นิยมเรียกกันว่า หัวบีทรูท มีลักษณะเป็นทรงกลมป้อม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4-5 ซม. ลักษณะอวบน้ำ พบว่าสารที่ให้สีแดงชนิดบีทานิน (betanin) สามารถช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง

ทำให้เลือดลมและการไหลเวียนโลหิตดีขึ้น นอกจากนี้พบว่า สารสีม่วงชนิดแอนโทไซยานิน (anthocyanin) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี ช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและลดอาการอัมพาต ปัจจุบันนิยมนำเอาสารสกัดจากหัวบีทรูทมาใช้เป็นพืชสมุนไพร เช่น ช่วยขับปัสสาวะ ทำให้เจริญอาหาร ลดอาการท้องอืด เป็นต้น [4] โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สีจากหัวบีทรูทมาใช้เป็นสีผสมอาหารจากธรรมชาติ และปรุงอาหารต่าง ๆ เพื่อสุขภาพหลายชนิด เนื่องจากให้พลังงานต่ำแต่อุดมไปด้วยคุณประโยชน์มากมาย [5]

จุดประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อนำเอาบีทรูทมาใช้ในการพัฒนาชิฟฟอนเค้ก เนื่องจากสี และกลิ่นเฉพาะของบีทรูทจะช่วยสร้างคุณลักษณะเด่นเฉพาะตัวให้กับผลิตภัณฑ์ ประกอบกับคุณค่าทางอาหาร และสีของของบีทรูทที่ส่งผลให้ชิฟฟอนเค้กมีความน่ารับประทานมากขึ้น รวมทั้งเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร งานวิจัยนี้จึงเป็นการนำหัวบีทรูทมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตชิฟฟอนเค้ก เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานบีทรูทชิฟฟอนเค้ก

ผู้วิจัยได้ทำการเลือกสูตรพื้นฐานชิฟฟอนเค้ก จำนวน 3 สูตร โดยแต่ละสูตรจะมีปริมาณของส่วนผสมที่ต่างกันไป ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงส่วนผสมของสูตรพื้นฐานแต่ละสูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งเค้ก	160 กรัม	115 กรัม	60 กรัม
ไข่ไก่	4 ฟอง	4 ฟอง	2 ฟอง
น้ำตาลทรายขาว	200 กรัม	150 กรัม	60 กรัม
นมสด	-	75	45 กรัม
น้ำมันพืช	100 กรัม	75 กรัม	35 กรัม
เกลือ	¼ ช้อนชา	½ ช้อนชา	¼ ช้อนชา
ผงฟู	½ ช้อนชา	2 ช้อนชา	1 ช้อนโต๊ะ
น้ำมะนาว	-	-	½ ช้อนชา
นมผง	-	-	1 ช้อนโต๊ะ
ครีมออฟฟัททาร์	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา	-
กลีนิวานิลลา	2 ช้อนชา	2 ช้อนชา	1 ช้อนชา
น้ำ	100 กรัม	-	-
นมข้นจืด	50 กรัม	70 กรัม	-

จากนั้นนำสูตรพื้นฐานที่ได้รับการยอมรับจากการทดสอบ ส่วนที่เป็นบิทรูทลงไปให้อัตราส่วนที่ต่างกัน และลดปริมาณ ทางประสาทสัมผัสมากที่สุด จากบุคคลทั่วไปจำนวน 100 ของนมสดลงตามปริมาณของบิทรูทที่เพิ่มเข้าไป และหาสูตรที่ คน โดยสูตรที่ได้รับการยอมรับ คือ สูตรที่ 3 และเพิ่มเติม มีความนิยมมากที่สุด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงส่วนผสมของชีฟอนบิทรูท

ส่วนผสม	ปริมาณบิทรูท		
	20 กรัม	30 กรัม	40 กรัม
แป้งเค้ก	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม
นมผง	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ
ผงฟู	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม
เกลือ	¼ ช้อนชา	¼ ช้อนชา	¼ ช้อนชา
ไข่ไก่	2 ฟอง	2 ฟอง	2 ฟอง
นมสด	25 กรัม	15 กรัม	5 กรัม
น้ำมันพืช	35 กรัม	35 กรัม	35 กรัม
น้ำมะนาว	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา
กลิ่นวานิลลา	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ

2.2 การประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ประผลโดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คนใช้ แบบทดสอบประเมินผลทางคุณภาพทางประสาทสัมผัสและ ให้คะแนนคุณลักษณะของชีฟอนเค้กบิทรูท ได้แก่ สีของ เค้ก กลิ่นหอมของบิทรูท ความนุ่มของเค้ก ความหวานของ เค้ก การขึ้นฟูของเค้ก และความชอบโดยรวม

เกณฑ์การให้คะแนน

- 9 = ชอบมากที่สุด
- 8 = ชอบมาก
- 7 = ชอบปานกลาง
- 6 = ชอบเล็กน้อย
- 5 = เฉยๆ
- 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
- 3 = ไม่ชอบปานกลาง
- 2 = ไม่ชอบมาก
- 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

สถิติในการวิเคราะห์ผล

นำผลที่ได้จากการประเมินผลทางประสาทสัมผัสมา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยใช้สูตร สูตร

$$\bar{x} = \frac{n}{N}$$

\bar{x} = คะแนนรวมที่ได้รับ

n = จำนวนบุคคลที่ชิม

N = ผลรวมของคะแนนที่ผู้ชิมประเมิน

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูตรพื้นฐาน จากตารางที่ 1 โดยผู้ประเมินจำนวน 100 คน มีคะแนนเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้ประเมินชีฟอนเค้กจำนวน 3 สูตร

ปัจจัยทางด้านคุณภาพ	คะแนนความชอบ		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
สีของเค้ก	7.1	8.0	8.6
กลิ่นหอมของเค้ก	6.7	6.7	7.2
ความนุ่มของเค้ก	7.2	7.1	7.6
ความหวานของเค้ก	7.0	7.3	7.7
การขึ้นฟูของเค้ก	7.7	7.5	7.6
ความชอบโดยรวม	7.5	7.3	7.7

จากนั้นนำเอาปีทรุทใช้เป็นส่วยผสมในการทำชิฟฟอนปีทรุท ดังตารางที่ 2 และนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ประเมิน จำนวน 100 คน มีคะแนนเฉลี่ย ดังแสดงในตาราง 4 จากการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 4 พบว่า

คะแนนเฉลี่ยยังคงต่ำอยู่ กลิ่นของปีทรุทยังมีกลิ่นที่แรงอยู่ จึงทำการพัฒนาสูตรชิฟฟอนเค้กปีทรุทเพื่อให้ได้กลิ่นของปีทรุทที่เป็นที่ชอบมากที่สุด จึงลดปริมาณของปีทรุทลงอีกเป็น 15 กรัม และ 9 กรัม ตามลำดับ โดยมีส่วยผสมดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้ประเมินชิฟฟอนเค้กปีทรุท

ปัจจัยทางคุณภาพ	คะแนนความชอบ		
	ปีทรุท 20 กรัม	ปีทรุท 30 กรัม	ปีทรุท 40 กรัม
สีของเค้ก	7.5	7.6	7.2
กลิ่นหอมของเค้ก	6.2	5.7	5.2
ความนุ่มของเค้ก	6.8	7.8	6.3
ความหวานของเค้ก	7.0	7.3	6.0
การขึ้นฟูของเค้ก	6.3	8.9	6.3
ความชอบโดยรวม	7.9	6.7	7.1

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบส่วยผสมของชิฟฟอนปีทรุทด้านรสชาติ และกลิ่น

ส่วยผสม	สูตรปรับปรุง		
	ครั้งที่1 ปีทรุท15 กรัม	ครั้งที่2 ปีทรุท9 กรัม	ครั้งที่3 ปีทรุท9 กรัม
แป้งเค้ก	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม
นมผง	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ
ผงฟู	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ
น้ำตาลทราย	60 กรัม	60 กรัม	60 กรัม
เกลือ	¼ ช้อนชา	¼ ช้อนชา	¼ ช้อนชา
ไข่ไก่	2 ฟอง	2 ฟอง	2 ฟอง
นมสด	30 กรัม	36 กรัม	36 กรัม
น้ำมันพืช	35 กรัม	35 กรัม	35 กรัม
น้ำมะนาว	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา	½ ช้อนชา
กลิ่นวานิลลา	1 ช้อนโต๊ะ	1 ช้อนโต๊ะ	1 ½ ช้อนโต๊ะ

จากนั้นนำเอาปีทรุทใช้เป็นส่วยผสมในการทำชิฟฟอนปีทรุทดังตารางที่ 5 และนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ประเมิน จำนวน 100 คน มีคะแนนเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 6

น้ำมันพืช 35 กรัม เกลือ ¼ ช้อนชา ผงฟู 1 ช้อนโต๊ะ น้ำมะนาว ½ ช้อนชา นมผง 1 ช้อนโต๊ะ และกลิ่นวานิลลา 1 ½ ช้อนโต๊ะ จากนั้นจึงนำมาพัฒนาสูตรโดยใส่ปีทรุท และกลิ่นวานิลลาเข้าไปพบว่า เนื้อปีทรุท 9 กรัม และกลิ่นวานิลลา ½ ช้อนชา เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงได้สูตรมาดังต่อไปนี้ แป้งเค้ก 60 กรัม ไข่ไก่ 2 ฟอง น้ำตาลทรายขาว 60 กรัม นมสด 36 กรัม น้ำมันพืช 35 กรัม เกลือ ¼ ช้อนชา ผงฟู 1 ช้อนโต๊ะ น้ำมะนาว ½ ช้อนชา นมผง 1 ช้อนโต๊ะ และกลิ่นวานิลลา 1 ½ ช้อนโต๊ะ ปีทรุท 9 กรัม และกลิ่นวานิลลา ½ ช้อนชา โดยมีวิธีการทำดังภาพที่ 1

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลอง พบว่า สูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุด คือสูตรที่ 3 ซึ่งส่วยผสมมีสูตรดังนี้ แป้งเค้ก 60 กรัม ไข่ไก่ 2 ฟอง น้ำตาลทรายขาว 60 กรัม นมสด 36 กรัม

ตารางที่ 6 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินผลทางประสาทสัมผัสของผู้ประเมินชิฟอนเค้กปีทรูท

ปัจจัยทางคุณภาพ	คะแนนความชอบ		
	ครั้งที่1 ปีทรูท15 กรัม	ครั้งที่2 ปีทรูท9 กรัม	ครั้งที่3 ปีทรูท9 กรัม
สีของเค้ก	7.2	8.1	8.3
กลิ่นหอมของเค้ก	6.2	7.7	8.5
ความนุ่มของเค้ก	7.9	8.2	8.0
ความหวานของเค้ก	7.5	8.5	8.0
การขึ้นฟูของเค้ก	7.9	8.0	8.2
ความชอบโดยรวม	7.8	8.3	8.6



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำชิฟอนเค้กปีทรูท

ในการผสมปีทรูทให้นำปีทรูทปอกเปลือกมานึ่งพอสุก ดังภาพที่ 2ก จากนั้นนำมาปั่นให้ละเอียดแล้วกรองเอาแต่น้ำ จากนั้นนำน้ำปีทรูทที่กรองแล้ว ในปริมาณ 9 กรัม ใส่ลง

ไปในอ่างผสมในขั้นตอนแรกและค่อย ๆ เทน้ำตาลทราย และเกลือลงไป คนให้เข้ากัน ใส่ไข่แดง นมสด น้ำมันพืชและกลิ่นวานิลาลงไปในอ่างที่ร้อนไว้ ใช้ตะกร้อมือคนให้ส่วนผสมเข้ากัน

คนให้ส่วนผสมเข้ากันอีกรอบ ตีไข่ขาวกับน้ำมะนาวด้วยความเร็วต่ำให้ขึ้นฟู แล้วเปลี่ยนเป็นความเร็วสูง ค่อย ๆ ใส่น้ำตาลทีละน้อย ตีจนน้ำตาลละลายหมด ไข่ขาวตั้งยอดอ่อน เก็บแช่แข็ง นำไข่ขาวที่ตีจนตั้งยอดแล้วมาผสมกับส่วนผสมโดยใช้ส่วนผสมไข่แดงเทลงบนส่วนผสมไข่ขาว จากนั้นก็ใช้

พายยางตะล่อมส่วนผสมให้เข้ากัน แล้วเทส่วนผสมใส่พิมพ์ที่เตรียมไว้ เกลี่ยให้เรียบเสมอกัน เคาะกันพิมพ์เบาๆ เพื่อไล่ฟองอากาศนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ประมาณ 25-30 นาที จึงได้ชิฟฟอนปีทรูทที่เป็นสูตรมาตรฐาน ลักษณะดังภาพที่ 2ข



ก

ข

ภาพที่ 2 ก ลักษณะปีทรูทปอกเปลือกมานึ่งพอสุก นำมาปั่นให้ละเอียดแล้วกรองเอาแต่น้ำ ข ลักษณะปีทรูทชิฟฟอนเค้ก

5. ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนที่จะนำปีทรูทมาเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ควรนำปีทรูทไปนึ่งให้สุกก่อน เพื่อลดกลิ่นของปีทรูท
2. ปีทรูทที่ใส่ลงไปอาจให้สีที่ไม่สวยและสีไม่สด สามารถเพิ่มสีผสมอาหารลงไปเพื่อลดกลิ่นเพื่อให้เกิดผลิตภัณฑ์ออกมาสีที่ชัดเจนขึ้น
3. ก่อนนำเค้กเข้าเตาอบให้ตบกันพิมพ์เบาๆสองสามครั้งเพื่อไล่ฟองอากาศออกเวลาเค้กสุกจะได้เนื้อเค้กที่ละเอียด ไม่มีฟองอากาศ
4. หากต้องใช้ปีทรูทในปริมาณที่มาก ซึ่งจะทำให้กลิ่นของปีทรูทฉุนมากตามปริมาณปีทรูทที่ใส่ สามารถใส่กลิ่นเพิ่มลงไปเพื่อลดกลิ่นของปีทรูทได้

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ในการสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- [2] ลาวรรณ บัวสาย. 2551 รายงานวิจัยการพัฒนารวมวิธีการผลิตขนมเค้กจากเนื้อตาล. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- [3] Grubben, G.J.H., & Denton, O.A. 2004 Plant Resources of Tropical Africa 2. Vegetables. PROTA Foundation, Wageningen; Backhuys, Leiden, CTA, Wageningen.
- [4] Frank, T., Stintzing, F. C., Carle, R., Bitsch, I., Quaas, D., Strass, G., Bitsch, R., Netzel, M (2005). Urinary pharmacokinetics of betalains following consumption of red beet juice in healthy humans. *Pharmacological Research*, 52 (4), 290–7.
- [5] Murphy, M., Eliot, K., Heuertz, R. M., & Weiss, E. (2012). Whole Beetroot Consumption Acutely Improves Running Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 112 (4), 548–552.

ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติและวิจัย
Relationship between learning behavior, learning satisfaction and
learning achievement in Programming Application
for Statistics and Research course

รวงพร ประสิทธิ์กุล
Ruangporn Prasitkusol

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University
Corresponding author: rpp@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาพฤติกรรมการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติและวิจัย ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน และแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง นักศึกษาพึงพอใจต่อการเรียนการสอนในระดับมาก และพฤติกรรมการเรียนโดยรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์ในระดับน้อยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : พฤติกรรมการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

The aims of the research were 1) to study learning behavior, learning satisfaction, and learning achievement 2) to investigate the relationship between learning behavior and learning achievement and 3) to investigate the relationship between learning satisfaction and learning achievement. The participants were 20 undergraduate mathematics science students of Phranakhon Rajabhat University who studied the "Programming Application for Statistics and Research" course over one semester. The data collection instruments consisted of (i) a learning behavior questionnaire; (ii) a learning satisfaction questionnaire; and (iii) the subject exams. The data were analyzed using descriptive statistics, and Pearson's Correlation Coefficient.

The results indicated that students' learning behavior were a medium level. Students' satisfaction of learning displayed a high level. For learning achievement, the result showed a .05 significant positive relationship with learning behavior. However, there was no significant relationship with learning satisfaction.

Keywords : learning behavior, learning satisfaction, learning achievement

1. บทนำ

การผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของสังคมนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งคือกระบวนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ผู้สอน วิธีสอน และผู้เรียน จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบด้านผู้เรียนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอน^[1] นอกจากนี้ พฤติกรรมการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบด้านผู้เรียนที่อาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื่องจากพฤติกรรมการเรียนมีพลังที่สามารถผลักดันให้บุคคลใส่ใจในการเรียนหรือเบนความสนใจออกจากการเรียนรู้ได้^[2] ส่วนความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนเป็นเงื่อนไขที่ส่งเสริมการพัฒนาแรงจูงใจภายในและทำให้แรงจูงใจในการเรียนรู้นั้นดำเนินต่อไปได้ ดังนั้นการที่ผู้เรียนจะมีความพึงพอใจต่อการเรียนนั้นต้องมีการสร้างความพึงพอใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียนตั้งแต่เริ่มต้น

รายวิชาโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติและวิจัย (4123601) เป็นรายวิชาหนึ่งในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งมีความสำคัญยิ่งเนื่องจากนักศึกษาจะได้เรียนรู้การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่เกี่ยวข้อง และเชื่อมโยงความรู้ด้านทฤษฎีสถิติและวิจัยกับการประมวลผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ผู้วิจัยในฐานะอาจารย์ผู้สอนจึงสนใจศึกษาว่าพฤติกรรมการเรียนและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนรายวิชาโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติและวิจัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือไม่ อย่างไร เพื่อนำผลการศึกษามาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติและวิจัย (4123601) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 20 คน โดยการวิจัยนี้ศึกษาจากประชากรทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบประเมินพฤติกรรมการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน และแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบประเมินพฤติกรรมการเรียน งานวิจัยนี้ใช้แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนที่พรพจน์ เพ็ชรทวีพรเดช^[3] พัฒนาขึ้นโดยปรับปรุงจากแบบประเมินพฤติกรรมการเรียน LASSI (Learning and Study Strategies Inventory) ของแคลร์ อี เวินสไตน์ (Claire E. Weinstein) เดวิด อาร์ พาลเมอร์ (David R Palmer) และแอน ซี สคอล์ท (Ann C. Schulte)^[4] มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 77 ข้อ ใช้ประเมินพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน 10 ด้าน แบ่งออกเป็น พฤติกรรมภายใน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านทัศนคติทางการเรียน 2) ด้านแรงจูงใจในการเรียน 3) ด้านความวิตกกังวลในการเรียน และพฤติกรรมภายนอก 7 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการบริหารเวลาในการเรียน 2) ด้านการมีสมาธิและเอาใจใส่ในการเรียน 3) ด้านกระบวนการประมวลความรู้ 4) ด้านการเลือกประเด็นและสาระข้อมูลที่สำคัญในการเรียน 5) ด้านการใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้ 6) ด้านการทดสอบตนเอง การทบทวนและการเตรียมตัวในการเรียน 7) ด้านยุทธวิธีในการสอบและการเตรียมตัวสอบ

2. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยศึกษาจากแบบประเมินการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ใช้สอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านผู้สอน ด้านสื่อการสอน และด้านการวัดและประเมินผล

3. แบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เก็บรวบรวมข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 พฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนในสัปดาห์ที่ 15 ของการเรียน

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนในสัปดาห์ที่ 15 ของการเรียน

ส่วนที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ตลอดภาคการศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาพฤติกรรมการเรียน ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา กำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการเรียนโดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ^[2] ดังนี้

3.67–5.00 หมายถึงพฤติกรรมการเรียนเหมาะสมมาก

2.34–3.66 หมายถึงพฤติกรรมการเรียนเหมาะสมปานกลาง

1.00–2.33 หมายถึงพฤติกรรมการเรียนเหมาะสมน้อย

และกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึงพึงพอใจระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึงพึงพอใจระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึงพึงพอใจระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึงพึงพอใจระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึงพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

2. การหาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) แบ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ออกเป็น 3 ระดับ^[5] ดังนี้

-1.00ถึง-0.50 หรือ0.50ถึง1.00 หมายถึงความสัมพันธ์มาก

-0.49ถึง-0.30 หรือ0.30ถึง0.49 หมายถึงความสัมพันธ์ปานกลาง

-0.29ถึง-0.10 หรือ0.10ถึง0.29 หมายถึงความสัมพันธ์น้อย

4. ผลการวิจัย

พฤติกรรมการเรียน

นักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนโดยรวมในระดับเหมาะสมปานกลาง โดยมีพฤติกรรมภายในด้านทัศนคติทางการเรียนอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนพฤติกรรมด้าน

แรงจูงใจในการเรียน และด้านความวิตกกังวลในการเรียนอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง สำหรับพฤติกรรมภายนอกอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลางทั้ง 7 ด้าน(ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพฤติกรรมการเรียน

พฤติกรรมการเรียน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล
พฤติกรรมภายใน			
ทัศนคติทางการเรียน	3.92	.422	มาก
แรงจูงใจในการเรียน	3.40	.503	ปานกลาง
ความวิตกกังวลในการเรียน	2.84	.605	ปานกลาง
พฤติกรรมภายนอก			
การบริหารเวลาในการเรียน	2.92	.427	ปานกลาง
การมีสมาธิและเอาใจใส่ในการเรียน	3.25	.377	ปานกลาง
กระบวนการประมวลความรู้	3.48	.493	ปานกลาง
การเลือกประเด็นและสาระข้อมูลที่สำคัญในการเรียน	2.98	.517	ปานกลาง
การใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้	3.08	.424	ปานกลาง
การทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน	3.22	.568	ปานกลาง
ยุทธวิธีในการสอบและการเตรียมตัวสอบ	2.99	.565	ปานกลาง
รวม	3.21	.209	ปานกลาง

ความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน

โดยภาพรวมนักศึกษาพึงพอใจต่อการเรียนการสอนในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.42 และ 0.304 ตามลำดับ โดยพึงพอใจด้านสื่อการสอนในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.52 และ 0.366 ตามลำดับ พึงพอใจด้านการวัดและประเมินผลในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.50 และ 0.412 ตามลำดับ และพึงพอใจด้านการสอนในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.35 และ 0.321 ตามลำดับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักศึกษาสอบได้คะแนนต่ำสุด 44 คะแนน คะแนนสูงสุด 88 คะแนน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 62.53 คะแนน และ 11.753 คะแนน ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า พฤติกรรมการเรียนโดยรวม

มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.510 พฤติกรรมภายในทั้งสามด้านมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพฤติกรรมด้านแรงจูงใจในการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง ส่วนพฤติกรรมด้านทัศนคติทางการเรียน และด้านความวิตกกังวลในการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับน้อย เมื่อพิจารณาพฤติกรรมภายนอกพบว่า พฤติกรรมด้านการใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้ และด้านการทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.641 และ 0.618 ตามลำดับ ส่วนพฤติกรรมภายนอกอีก 5 ด้าน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับน้อย อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พฤติกรรมการเรียน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	P-value	ระดับความสัมพันธ์
พฤติกรรมภายใน			
ทัศนคติทางการเรียน	0.105	0.690	น้อย
แรงจูงใจในการเรียน	0.342	0.179	ปานกลาง
ความวิตกกังวลในการเรียน	0.266	0.302	น้อย
พฤติกรรมภายนอก			
การบริหารเวลาในการเรียน	-0.243	0.347	น้อย
การมีสมาธิและเอาใจใส่ในการเรียน	0.104	0.691	น้อย
กระบวนการประมวลความรู้	0.245	0.342	น้อย
การเลือกประเด็นและสาระข้อมูลที่สำคัญในการเรียน	-0.125	0.633	น้อย
การใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้	0.641**	0.006	มาก
การทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน	0.618**	0.008	มาก
ยุทธวิธีในการสอบและการเตรียมตัวสอบ	0.140	0.593	น้อย
รวม	0.510*	0.037	มาก

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความพึงพอใจโดยรวมต่อการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับน้อยกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.203 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความพึงพอใจ	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	P-value	ระดับความสัมพันธ์
ด้านผู้สอน	.238	.311	น้อย
ด้านสื่อการสอน	-.034	.888	น้อย
ด้านการวัดและประเมินผล	.175	.461	น้อย
รวม	0.203	0.390	น้อย

5. อภิปรายผล

ผลการศึกษาที่พบว่า พฤติกรรมการเรียนโดยรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรพจน์ เพ็ชรทวีพรเดช^[3] รวงดี ชีวะสุทโธ^[6] พรศรี บรรณกุลโรจน์^[7] ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์^[8] และลดาพร ทองสงและคณะ^[9] โดยมีพฤติกรรมภายนอกเพียง 2 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ พฤติกรรมด้านการใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้ และด้านการทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน เมื่อพิจารณาพฤติกรรมภายในจะเห็นว่า ทัศนคติทางการเรียนและความวิตกกังวลในการเรียนมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับน้อย ส่วนแรงจูงใจในการเรียนมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง ซึ่งขัดแย้งกับผลวิจัยของประณต เค้าฉิม^[2] ที่พบว่า แรงจูงใจในการเรียนเป็นตัวทำนายสำคัญเพียงตัวเดียวที่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมได้ และผลวิจัยของพรพจน์ เพ็ชรทวีพรเดช^[3] ที่พบว่า แรงจูงใจในการเรียนสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้สูงที่สุด รวมทั้งรวงดี ชีวะสุทโธ^[6] พบว่าแรงจูงใจในการเรียนและความวิตกกังวลในการเรียนสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ส่วนความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้านสื่อการสอนมีความสัมพันธ์ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถอธิบายได้โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้านสื่อการสอนซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด อาจส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาด้านการบริหาร

เวลาในการเรียน และด้านการทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน ทั้งนี้สื่อการสอนที่มีความสมบูรณ์ นักศึกษาใช้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองได้ อาจทำให้นักศึกษบริหารเวลาในการเรียนไม่เหมาะสม อาจไม่ตั้งใจฝึกปฏิบัติในห้องเรียนอย่างเต็มที่ และมีการทบทวนบทเรียน และการเตรียมตัวในการเรียนน้อย

สำหรับการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะเห็นว่าพฤติกรรมการเรียนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพฤติกรรมการเรียนเป็นปัจจัยภายในของผู้เรียน ซึ่งถ้าผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนที่ดีย่อมมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีด้วย ดังนั้นผู้สอนจึงควรหาแนวทางในการเสริมสร้างพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาให้เหมาะสมมากขึ้น โดยเฉพาะพฤติกรรมการเรียนด้านที่มีความสัมพันธ์ระดับมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ด้านการใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้ และด้านการทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน รวมทั้งพฤติกรรมการเรียนที่เหมาะสมปานกลางค่อนข้างน้อย ได้แก่ ด้านความวิตกกังวลในการเรียน ด้านการบริหารเวลาเรียน ด้านการเลือกประเด็นและสาระข้อมูลที่สำคัญในการเรียน และด้านยุทธวิธีในการสอบและการเตรียมตัวสอบ

6. สรุปผลการวิจัย

นักศึกษามีพฤติกรรมการเรียนรวมอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง โดยมีพฤติกรรมด้านทัศนคติทางการเรียนอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนพฤติกรรมด้านอื่นๆ อีก 9 ด้าน อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง นักศึกษาพึงพอใจต่อการเรียนการสอนโดยภาพรวมในระดับมากโดยพึงพอใจด้านสื่อการสอนในระดับมากที่สุด และพึงพอใจด้านผู้สอนและด้านการวัดและประเมินผลในระดับมาก

พฤติกรรมการเรียนโดยรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพฤติกรรมด้านการใช้เทคนิคเข้าช่วยในการแสวงหาความรู้ และพฤติกรรมด้านการทดสอบตนเอง การทบทวน และการเตรียมตัวในการเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับน้อยอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ได้สนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] วลัยภา วงศ์จันทร์. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษารายวิชาการเงินระหว่างประเทศ (กบ.422). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยพายัพ.
- [2] ประณต คำฉิม. 2549. ปัจจัยด้านพฤติกรรมการเรียนและการสนับสนุนทางสังคมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตคณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. วารสารพฤติกรรมศาสตร์. 12(1) กันยายน. 72-93.
- [3] พรพจน์ เพ็ชรทวีพรเดช. 2547. ปัจจัยด้านพฤติกรรมการเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยกรุงเทพ. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [4] Weinstein E, Shchulte C. and Palmer R. 2002. Learning and Study Strategies Inventory (LASSI) 2nd ed, Texas : H&H Publishing. P .2, 9-13.
- [5] Cohen, J. 1998. Statistical power analysis for the behavioral science (2nd ed). New Jersey : Lawrence Erlbaum.
- [6] รวงดี ชีวะสุทโธ. 2555. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสอน พฤติกรรมการเรียน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หลักสูตรพยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ชลบุรี. วารสารสภาการพยาบาล. 27(4). ตุลาคม-ธันวาคม.
- [7] พรศรี บรรณกุลโรจน์. 2547. ปัจจัยด้านพฤติกรรมการเรียนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- [8] ผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์ และคมเพชร ฉัตรศุภกุล. 2543.
ยุทธวิธีการเรียนและการศึกษาของวัยรุ่น. รายงาน
การวิจัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและ
จิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- [9] ลดาพร ทองสง และถนิมพร พงศานานุรักษ์. (2556).
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาการพยาบาลเด็กของนักศึกษาพยาบาล
วิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์. วารสารเกื้อการุณย์
20(1) มกราคม-มิถุนายน 2556.

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Study the effectiveness of Instructional Activities by Student Center
for Undergraduated Students Majoring in Mathematics
at Phranakhon Rajabhat University

ปรีชา จั่นกล้า
Preecha Junkla

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Mathematics Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Thailand
Corresponding author: sasaoscar@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และศึกษาพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่เรียนเรื่อง การดำเนินการทวิภาค(binary operation) กลุ่ม(group) กลุ่มสลับที่(abelian group)ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่ม กลุ่มย่อย(subgroup) และทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มย่อย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 54 คน ใช้เวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ๆละ 4 คาบๆละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง แบบแผนการทดลอง One- Group Pretest - Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบที กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 เพื่อทดสอบสมมติฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

- 1.แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 2.ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05
- 3.พฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อยู่ในระดับดีมาก

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พฤติกรรมการเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Abstract

The purposes of this research were to find the effectiveness of Instructional Activities by Student Center, to compare the learning achievement and to study learning behavior for Undergraduate Students Majoring in Mathematics at Phranakhon Rajabhat. The target group were Undergraduate Students Majoring in Mathematics at Phranakhon Rajabhat who took binary operation, group, abelian group, subgroup and properties of subgroup in the first semester of academic year 2013. There are 54 students in the

experimental group. The experimental group was taught by researcher for sixteen 50 minute- periods. The Pretest - Posttest Design was used for this study. The research tools consisted of instructional plans, achievement test and behavior observe form. Then the data were analyzed by using arithmetic means, standard deviation and t - test dependent. The statistics significance at level .05

The research results revealed:

1. The effectiveness of child-oriented instructional activities was at 80/80
2. The posttest mean score of the students ' mathematics achievement was significantly higher than that of the pretest mean score at .05 level.
3. The learning behavior of students was very good.

Keywords: learning achievement, learning behavior, Instructional Activities by Student Center.

1. บทนำ

การศึกษาในระดับอุดมศึกษาเป็นการศึกษาที่สำคัญในระดับหนึ่งสำหรับผู้ที่จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาที่ทำให้นักศึกษาได้คิดในเชิงวิพากษ์วิจารณ์ นักศึกษาต้องมีความรับผิดชอบสูง มีความกระตือรือร้น ต้องรู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษานั้นมีเป้าหมายเพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับวิชาต่างๆได้ อีกทั้งยังพัฒนาตนเองให้เป็นผู้มีทักษะและกระบวนการคิด มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์แก้ปัญหาได้ มีความใฝ่รู้และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีระเบียบแบบแผนในการทำงาน มีความรู้คู่คุณธรรม มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนรายวิชาพีชคณิตนามธรรมอยู่หลายปี พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชานี้เลย ทั้งนี้อาจมีสาเหตุหลายประการดังนี้ ความยากของเนื้อหา เนื้อหาของรายวิชานี้มีความเป็นนามธรรมสูงมาก เน้นการพิสูจน์มากกว่าการคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ วิธีการสอนส่วนมากผู้วิจัยใช้วิธีสอนแบบบรรยาย พร้อมยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย เปิดโอกาสให้ซักถาม แต่ขาดการฝึกฝนการพิสูจน์ ทำแบบฝึกหัดอย่างจริงจัง เป็นการสอนแบบทางเดียว และพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษา นักศึกษาส่วนใหญ่ขาดความรับผิดชอบ ขาดวินัย ไม่ขยันศึกษาหาความรู้ ขาดความอดทน และไม่กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้หรือไม่ใฝ่เรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

และในการที่จะเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [1] ซึ่งพฤติกรรมการเรียนที่ดีขึ้นนั้น จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นของแต่ละบุคคล ซึ่งมีพฤติกรรมในการเรียนดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและเมื่อนักเรียนได้ปรับปรุงแก้ไขพฤติกรรมในการเรียนให้ดีขึ้นแล้วจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุด ทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์ โดยผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาตนเองตามศักยภาพและดำรงชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทร่วมต่อการพัฒนาตนเองให้เต็มตามศักยภาพโดยเน้นทักษะกระบวนการ เน้นการมีส่วนร่วม การแสดงออก การทำกิจกรรมกลุ่ม การจัดบรรยากาศการเรียนให้เป็นประชาธิปไตย และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง [2] ดังที่ อุษณีย์ โพธิสุข [3] กล่าวว่า การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจะต้องมีการจัดการด้านต่าง ๆ ได้แก่ จัดกิจกรรมหลากหลายที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ การสอนต้องตอบสนองวิธีการทำงานของสมอง (Whole brain approach) ที่แตกต่างกัน ใช้จิตวิทยาแตกต่างกัน จัดการสอนที่เน้นการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะการคิดระดับสูง เช่น การคิดวิเคราะห์โดยใช้หลักเหตุผล ตรรกะ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การสอนแบบบูรณาการวิชาต่างๆ เข้าด้วยกัน ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของตน สามารถกำหนดทิศทางการเรียนรู้เสนอสิ่งที่อยากเรียนรู้ ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมกับสังคมและสังคมต้องมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา การพัฒนาหลักสูตร การ

วางแผนการจัดการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ต้องสอดคล้องกัน เน้นการสอนทั้งรูปแบบเรียนรู้โดยจิตใต้สำนึก (Subconscious) และจิตสำนึก (Conscious) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงออก ได้ทำกิจกรรม ผู้สอนลดบทบาทการควบคุมและใช้เวลาเพื่อการกำกับดูแลแนะนำช่วยเหลือผู้เรียน และการสอนไม่จำกัดเฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาแนวความคิดจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาพีชคณิตนามธรรม สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อพัฒนาพฤติกรรมการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

3. สมมติฐานในการวิจัย

1. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05
3. พฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอยู่ในระดับดีมาก

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการทำวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2556 จำนวน 54 คน

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ใช้ระยะเวลาระหว่างเดือน พฤศจิกายน ปี 2555 ถึงเดือน พฤศจิกายน ปี 2556

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาใน มคอ. 3 รายวิชาพีชคณิตนามธรรม ประกอบด้วย การดำเนินการทวิภาค (binary operation) กลุ่ม (group) กลุ่มสลับที่ (abelian group) ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มกลุ่มย่อย (subgroup) และทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มย่อย

4. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบ ๆ ละ 50 นาที โดยกลุ่มทดลองได้รับกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบมีกลุ่มทดลอง มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การดำเนินการทวิภาค กลุ่ม กลุ่มสลับที่ ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่ม กลุ่มย่อย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มย่อย ในรายวิชาพีชคณิตนามธรรม ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2550 สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยศึกษาแนวคิดและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และกำหนดขั้นตอนของการจัดกิจกรรมออกเป็น 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นนำ ชั้นสอน ชั้นการเรียนรู้ตามศักยภาพ ชั้นสรุป ชั้นวัดและประเมินผล และชั้นทบทวนความรู้ จำนวน 4 แผน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาและสร้างขึ้นมา เพื่อใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนการทดลองและหลังการทดลองจำนวน 1 ฉบับ ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียน เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยศึกษาหลักการและวิธีสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนของผู้เรียน ซึ่งได้แบ่งพฤติกรรมออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ความรับผิดชอบ การแสดงออกในชั้นเรียนการสนใจเรียน การมีน้ำใจกับผู้อื่น การซื่อสัตย์ และแบ่งเป็นระดับคะแนนคือ 1, 2 และ 3 คะแนน นำคะแนนที่ได้จากแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์คะแนนเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 2.34 – 3.00 พฤติกรรมการเรียนอยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 1.67 – 2.33 พฤติกรรมการเรียนอยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.66 พฤติกรรมการเรียนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ผ่านการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 20 ข้อ มาทำการทดสอบก่อนการเรียนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบๆ ละ 50 นาที ทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียนอีก 2 ชั่วโมง พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนระหว่างเรียน โดยกำหนดให้ กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลังจากดำเนินการจัดการเรียนการสอนครบแล้ว นักศึกษาทุกคนต้องทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมจำนวน 20 ข้อ มาทำการทดสอบหลังการเรียนกับกลุ่มทดลองโดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

4. ตรวจสอบผลการทดลอง โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สูตร E_1/E_2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องการดำเนินการทวิภาค กลุ่ม กลุ่มสลัที่

ทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่ม กลุ่มย่อย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่มย่อย สำหรับนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครตามเกณฑ์ 80/80

2. ใช้ค่าสถิติ t - test Dependent เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน จากการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. ผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 54 คน ได้จากการสังเกตพฤติกรรมจำนวน 4 ครั้ง และพฤติกรรมในแต่ละด้านเป็นจำนวน 5 ด้าน พฤติกรรม คะแนนเต็มพฤติกรรมละ 3 คะแนน แสดงในรูปของค่าเฉลี่ยเลขคณิต

8. สรุปผลการวิจัย

1. แผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องการดำเนินการทวิภาค กลุ่ม กลุ่มสลัที่ ทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่ม กลุ่มย่อย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่มย่อย สำหรับนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสรุปประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทั้ง 4 แผน เท่ากับ 95.47 / 81.75

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจากการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจำนวน 54 คน ได้จากการสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนจำนวน 4 ครั้ง ในจำนวน 5 ด้านพฤติกรรม ปรากฏว่า พฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาทุกกลุ่มทดลองมีพัฒนาการที่ดีขึ้น และพฤติกรรมกรรมการเรียนมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.37 ซึ่งเมื่อเทียบกับเกณฑ์การแปลค่าคะแนนเฉลี่ยแล้ว พบว่าอยู่ในระดับดีมาก

9. อภิปรายผลการวิจัย

1. แผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การดำเนินการทวิภาค กลุ่ม กลุ่มสลัที่ ทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่ม กลุ่มย่อย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่มย่อยสำหรับนักศึกษาครูคณิตศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 95.47 / 81.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องมาจาก ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา จุดประสงค์ และจำนวนเวลาที่ใช้สอน ก่อนที่จะสร้างแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เมื่อสร้างแผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครบทั้ง 4 แผน ได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมเชิงเนื้อหา และองค์ประกอบอื่นๆ ก่อนนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง และนำข้อบกพร่องจากการทดลองเข้ามาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จึงทำให้แผนการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำเนินการทวิภาค กลุ่ม กลุ่มสลับที่ ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่ม กลุ่มย่อย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มย่อยของนักศึกษาโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2 ทั้งนี้อาจเป็นผลจากการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นได้มีการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง ลักษณะของกิจกรรม สนองต่อความสามารถ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการเผชิญสถานการณ์ จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยผู้สอนมีหน้าที่อำนวยความสะดวกแก่ อีกทั้งผู้วิจัยยังได้สอนปรับความรู้พื้นฐานให้แก่ผู้เรียนก่อนทำการทดลอง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอต่อการเรียนรู้ ดังที่อาริยา สุริยนต์ [4] กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพของผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการฝึกทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นโดยครุมีบทบาทในการเตรียมและวางแผนการสอนล่วงหน้าทั้งในด้านเนื้อหา การเลือกรูปแบบกิจกรรม วิธีสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียน โดยนำเนื้อหาวิเคราะห์และพิจารณาว่าจะสามารถจัดการกิจกรรมอย่างไร จึงจะกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเข้าใจและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การจัดการจัดการเรียนการสอนของครูเป็นสิ่งสำคัญเพราะเป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่าการสอนนั้นเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. จากการศึกษาพฤติกรรมการณ์การเรียนของนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระ

นคร ที่เรียนเรื่องการดำเนินการทวิภาค กลุ่ม กลุ่มสลับที่ ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่ม กลุ่มย่อยและทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มย่อย จากการจัดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยพิจารณาพฤติกรรม 5 ด้าน ได้แก่ ความรับผิดชอบ การแสดงออกในชั้นเรียนการสนใจเรียน การมีน้ำใจกับผู้อื่น และการซื่อสัตย์ พบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมการณ์เรียนอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 3 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น ดังที่ สุมานัน รุ่งเรืองธรรม [5] กล่าวว่า พฤติกรรมการณ์เรียนของผู้เรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการณ์ให้ผู้เรียนมีความเจริญสูงสุด โดยผ่านประสบการณ์ต่างๆ ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า พฤติกรรมการณ์เรียนของผู้เรียนก็คือ สิ่งที่บุคคลกระทำขณะที่เรียนนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับ โสภา ชูพิกุลชัย [6] ได้ให้ความหมายของพฤติกรรมการณ์เรียนว่า เป็นการกระทำ หรือกิจกรรมที่นักเรียนแสดงออกในด้านการเรียน การตอบสนองหรือปฏิกิริยาที่นักเรียนมีต่อประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมในขณะที่เรียนด้วย ดังนั้นพฤติกรรมการณ์เรียนของนักเรียนนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียนเป็นสำคัญ และ Maddox [7] ได้กล่าวถึงความสำคัญของพฤติกรรมการณ์เรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับความสามารถการทำงาน ของบุคคลและขึ้นอยู่กับวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพด้วย เพราะมักปรากฏว่านักเรียนที่มีสติปัญญาสูงหลายคนสอบตกหรือทำคะแนนสอบได้น้อยกว่าผู้ที่มีสติปัญญาและความถนัดในการเรียนปานกลางหรือต่ำ ซึ่งความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละคนนอกจากจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางด้านสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50 - 60 แล้วยังขึ้นอยู่กับความพยายามและวิธีการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพร้อยละ 30 - 40 และได้เพิ่มเติมอีกว่า พฤติกรรมการณ์เรียนหรือวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียน ประสบความสำเร็จในการเรียน กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนดีนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นคนที่มีสติปัญญาเฉลียวฉลาดมาก แต่ต้องเป็นคนที่ต้องรู้จักใช้เวลา ต้องรู้จักวิธีเรียน วิธีทำงานให้ได้ผลดี ด้วยเหตุผลดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักศึกษาที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีพฤติกรรมการณ์เรียนอยู่ในระดับดีมาก

10. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้สอนจะต้องชี้แจงผู้เรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรม เพื่อที่ว่าผู้เรียนจะปฏิบัติได้ถูกต้องในแต่ละขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้ และต้องให้ผู้เรียนตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการทำกิจกรรม

1.2 ผู้เรียนยังยึดติดกับการเรียนรู้ที่เน้นการบอก ผู้สอนจะต้องพยายามทำให้ผู้เรียนได้สรุปโน้ตค้นได้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะคอยชี้แนะผู้เรียนมากกว่าการบอก

1.3 ในการออกแบบกิจกรรมควรออกแบบกิจกรรมที่สามารถทำให้ผู้เรียนได้สรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

1.4 ในการสอนในแต่ละครั้ง ผู้เรียนจะต้องทราบว่า จะทำการทดสอบท้ายชั่วโมงทุกครั้ง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

2.2 ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้กับผู้เรียนในทุกระดับชั้น

ตารางที่ 1 สรุปผลประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สำหรับนักศึกษาครูเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	เกณฑ์ 80/80		ผลที่ได้
	E ₁	E ₂	
1. การดำเนินการทวิภาค	91.54	80.35	สูงกว่าเกณฑ์
2. กลุ่ม และกลุ่มสลับที่	99.81	83.93	สูงกว่าเกณฑ์
3. ทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่ม	93.85	80.65	สูงกว่าเกณฑ์
4. กลุ่มย่อย และทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับกลุ่มย่อย	96.67	82.07	สูงกว่าเกณฑ์
เฉลี่ย	95.47	81.75	

11. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ก็ด้วยความร่วมมือจากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ให้ข้อมูลในการวิจัย คือ นักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ปี 53 หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จึงขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณที่ปรึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เดช บุญประจักษ์ ผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย รูปเล่ม ตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ให้ทุนวิจัยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

12. เอกสารอ้างอิง

- [1] ทิพวรรณ สุวรรณประเสริฐ. 2541. ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดปราจีนบุรี. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 112.
- [2] สถาพร ตี๋อิง. 2548. ผลของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือสำหรับนักศึกษาครู. หน้า 15.
- [3] อุษณีย์ โพธิสุข. 2543. “กลยุทธ์ทางการศึกษา: ผู้เรียนสำคัญที่สุด” ใน ร่วมคิดร่วมเขียนปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ : สถาบันแห่งชาติเพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ สำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนัก
นายกรัฐมนตรี. หน้า 39 – 40.

- [4] อาริยา สุริยนต์. 2548. การพัฒนาความสามารถ
ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์
ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนที่
เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. ปริญญาโท. ศศ.ม.
มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. หน้า 14.
- [5] สุมานิน รุ่งเรืองธรรม. 2526. กลวิธีสอน.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม. หน้า 33.
- [6] โสภา ชูพิกุลชัย. 2528. ความรู้เบื้องต้นทางจิตวิทยา.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุตรไพศาล. หน้า 111.
- [7] Maddox, H. 1965. How to study. London:
The English Language Book Society.
pp.11-12

โปรแกรมประยุกต์การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยตรวจสอบการเข้าออกหมู่บ้าน Application Programming Using Augmented Reality checking in-out the village

ธนพล จันทร์สุวรรณ¹ วาสนา เสนาะ² และรณกร รัตนธรรมมา³
Tanapon Chansuwan, Wasana Sanor and Ronnagorn Rattanatumba

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 10220
Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

* Corresponding author: ¹e-mail: tanapon.chansuwan@gmail.com
²e-mail: wasana_sanor@hotmail.com
³e-mail: soconnet@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยตรวจสอบการเข้าออกหมู่บ้าน เพื่อใช้ในการตรวจสอบบุคคล รถยนต์ ที่เข้าออกหมู่บ้านโดยนำเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality) มาใช้ในการตรวจจับเครื่องหมาย (Marker) จากการสร้าง 10 เครื่องหมายเป็นตัวอย่างทดลอง ให้แสดงข้อมูลเจ้าของเครื่องหมาย ได้แก่ รูปภาพ บ้านเลขที่ ทะเบียนรถยนต์/จักรยานยนต์ ในการทดลองเมื่อนำเครื่องหมายผ่านการตรวจจากกล้องเว็บแคม จะเกิดวัตถุสามมิติบนจอคอมพิวเตอร์ เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมที่แสดงข้อมูลของเจ้าของเครื่องหมาย รูป บ้านเลขที่ และทะเบียนรถเป็นภาพประกอบ ทำให้ผู้ตรวจสอบสามารถยืนยันตัวบุคคลได้ว่าข้อมูลที่แสดงให้เห็นบนจอคอมพิวเตอร์สอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่ เพื่อใช้ในการรักษาความปลอดภัยการเข้าออกหมู่บ้าน

คำสำคัญ: เครื่องหมาย เทคโนโลยีเสมือนจริง

Abstract

The purpose of this project is to be developing using Augmented Reality technology to monitor in-out the village. The experiment was created the 10 Marker samples which were kept information such as the number of registered vehicles, motorcycles and photos. When the Marker was checked information was shown on a computer screen in real time in three dimensions by the camera. The three-dimensional objects were seen on the computer screen motion tracking markers. These three-dimensional objects using a quadrature are illustrated by the data owner. The scope allows the identification that the information shown on the screen corresponds to reality or not such as images on a computer screen as the owner of those marks or not in order to secure who pass in out the village.

Keywords: Marker, Virtual Reality Technology, Augmented Reality

1. บทนำ

ปัญหาเรื่องการรักษาความปลอดภัยของหมู่บ้าน เป็นสิ่งสำคัญที่เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยจะต้องคอยตรวจสอบบุคคลที่เข้าออกหมู่บ้าน เพื่อป้องกันการลักทรัพย์ หรือโจรกรรมที่อาจเกิดขึ้นภายในหมู่บ้าน ดังเช่นการ

โจรกรรมรถยนต์ภายในหมู่บ้านโดยบุคคลภายนอกหรือบุคคลภายใน ทว่าการตรวจสอบโดยทั่วไปในปัจจุบันยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอที่เจ้าหน้าที่จะทราบได้ว่ารถยนต์ดังกล่าว ถูกนำออกไปโดยเจ้าของจริงหรือไม่ ดังนั้นแล้วในการ

ตรวจสอบจะต้องตรวจสอบให้ได้ว่าบุคคลที่เจ้าหน้าที่เห็นเป็นเจ้าของรถยนต์หรือไม่

เทคโนโลยีเสมือนจริงบางที่อาจใช้คำว่าเทคโนโลยีผสมผสานความจริงเสมือน เทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง เป็นที่เข้าใจตรงกันในภาษาอังกฤษว่า Augmented Reality หรือเรียกย่อได้ว่า เทคโนโลยี AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมผสานโลกแห่งความจริง (Real World) กับโลกเสมือน (Virtual World) ประดิษฐ์ขึ้นในปี 1992 โดย Thomas Caudell ซึ่งเป็นคนงานในบริษัทโอบัง ด้วยเทคโนโลยีดังกล่าวจะช่วยให้การตรวจสอบการเข้าออกหมู่บ้านมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เทคโนโลยีผสมผสานความจริงเสมือน. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์**, 3:190-191 กล่าวถึงตัวอย่างที่ทราบกันทั่วไป ได้แก่ เกมกีฬาอเมริกันฟุตบอล ถ่ายทอดในโทรทัศน์ มีแถบสีเหลืองที่ลากยาวนำสายตาผู้ดูเห็นทัศนมิติ และเกมชอกกี้น้ำแข็งในโทรทัศน์ เป็นต้น องค์ประกอบของความเป็นจริง (real world) คือสนามฟุตบอลและผู้เล่น ส่วนความเสมือน (virtual world) คือ แถบสีเหลือง หรืออีกตัวอย่างหนึ่งได้แก่การโฆษณาด้วยสื่อเสมือนแทนที่ความเป็นจริง **ความหมายของเทคโนโลยี AR**

ปัจจุบันมีผู้ให้ความหมายเป็นที่ยอมรับกันในสองความหมายดังนี้ Ronald Azuma (1997) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยี AR ว่าเป็นการรวมเอาความจริงและความเสมือนเข้าด้วยกัน (real + virtual) มีการเป็นการปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง (real time) และเป็นการทำงานด้วยระบบ 3D Paul Milgram & Fumio Kishino (1994) ได้อธิบายว่าเทคโนโลยี AR เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่เสมือน

บทบาทของเทคโนโลยี AR

วิวัฒน์ มีสุวรรณ, (2554). การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์**, 2:121-122. ได้อธิบายถึงบทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงในหลายด้าน ดังนี้

1. **ด้านเกมและความบันเทิง** สามารถนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างการเล่นและความบันเทิง โดยเฉพาะเกมที่มีรูปแบบเล่นตามบทบาท หรือ เกมอาร์พีจี (Roleplaying game: RPG) ซึ่งในอนาคตสามารถนำไปรวมกับระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อให้ผู้เล่นมีความรู้สึกเสมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง ผู้เล่นเกิดความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในเกมและความบันเทิงรูปแบบต่างๆ รับรู้ได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งหรือ

เป็นตัวละครในเกม สำหรับด้านความบันเทิง ระบบความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริงสนับสนุนการนำเสนอสินค้า การแสดงละคร การโต้ตอบ ขององค์กรธุรกิจ

2. **ด้านการศึกษา** สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ให้ข้อมูลสาระที่ด้านการศึกษาแก่ผู้เรียนได้ทันที ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้รูปแบบการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมากขึ้น เข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้

3. **การรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ** การนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมาใช้งานด้านการทหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Office of Naval Research and Defense Advanced Research Projects Agency หรือ DARPA ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกลุ่มผู้บุกเบิกระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง นำมาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ข้อมูลต่างๆ ในพื้นที่รบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกองกำลังและวางแผนการเคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง และโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง ยังมีบทบาทสำคัญในการบังคับใช้กฎหมายและหน่วยงานข่าวกรอง ระบบจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจ สามารถสร้างมุมมองที่สมบูรณ์ในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวน

4. **ทางการแพทย์** สามารถนำมาใช้ทางด้านศัลยกรรมทางระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ ส่งผลให้การดำเนินการผ่าตัดที่มีความเสี่ยงเกิดขึ้นน้อยลงได้และมีประสิทธิภาพมากขึ้น ระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงยังสามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ทางการแพทย์อื่นๆ เช่น เครื่อง X-ray หรือ MRI เพื่อให้แพทย์ได้วินิจฉัยทางการแพทย์หรือการตัดสินใจสมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ทางด้านสุขภาพจิต ความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริงเป็นเครื่องมือสำคัญในด้านสุขภาพจิต ที่สามารถช่วยให้ผู้ป่วยสามารถเอาชนะสถานการณ์ที่ท้าทาย ที่เป็นอุปสรรคทางการรับรู้และเรียนรู้ของผู้ป่วย เช่น การกลัวความสูง การสนทนาในที่สาธารณะ ความสัมพันธ์กับเพศตรงข้าม เป็นต้น

5. **ทางด้านธุรกิจ** สามารถนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมาใช้งานที่เกี่ยวกับงานอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่นๆ เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง การเก็บข้อมูลภาคสนามโดยเฉพาะที่ทีมงานสำรวจทางธรณีวิทยาสามารถทำงานผ่านระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงได้ ซึ่งระบบจะสามารถนำภาพความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริงที่ได้ ทับซ้อนกันระหว่างวัตถุเสมือนจริงของงานก่อสร้างหรือวัสดุต่างๆ ที่ต้องการออกแบบและตรวจสอบความถูกต้อง

ที่แน่นอนกับภาพจริงที่เกิดขึ้นของพื้นที่ก่อสร้าง ช่วยให้วางแผนการตัดสินใจก่อสร้างได้อย่างเหมาะสม

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 เครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้

1. **Personal Computer** คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ระบบปฏิบัติการ Windows
2. **Webcam** กล้องรับภาพสำหรับคอมพิวเตอร์ (ควรมีความละเอียด 5 ล้าน พิกเซลขึ้นไป)
3. **Adobe Flash CS3** (หรือรุ่นที่สูงกว่า) เป็น IDE สำหรับใช้เขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ Action Script 3.0
4. **Adobe Photoshop** เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแก้ไขและตกแต่งรูปภาพรวมถึงใช้สร้างรูปเครื่องหมายแสดงผังภาพที่ 1
5. **Marker** คือเครื่องหมายที่ใช้ในการตรวจจับ โดยใช้ตัวอย่าง 10 เครื่องหมาย แสดงผังภาพที่ 2
6. **MarkerGenerator** โปรแกรมสร้างไฟล์ Pattern (*.pat) ของเครื่องหมาย ซึ่งใช้ในการตรวจจับเครื่องหมายที่ถูกต้อง แสดงผังภาพที่ 3
7. **FLARManager** เป็นไลบรารีโอเพ่นซอร์สสำหรับ Flash ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถตรวจจับภาพเครื่องหมายได้พร้อมกันหลายเครื่องหมาย และมีเครื่องมือที่ประกอบด้วยฟังก์ชันต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาโปรแกรมในด้านเทคโนโลยี AR
8. **PaperVision3d** เป็นไลบรารีโอเพ่นซอร์ส ถูกพัฒนาโดย Google Code ให้ใช้งานบน Flash โดยใช้ภาษา Action Script 3.0 ในการเรียกใช้งาน ทำหน้าที่ช่วยแสดงผลวัตถุสามมิติ

2.2 วิธีดำเนินการ

1. **ออกแบบเครื่องหมาย** โดยใช้โปรแกรม **Adobe Photoshop** ในการสร้างเครื่องหมาย มีหลักการออกแบบเครื่องหมายคือใช้รูปแบบตัวเลขสองหลัก เครื่องหมายแรกให้เริ่มจาก 00 เครื่องหมายต่อไป 01 ไปจนถึง 99 หากต้องการเพิ่มจำนวนเครื่องหมายอีกให้กลับมาเริ่มที่ 00 แต่สร้างความแตกต่างในส่วนอื่นของเครื่องหมาย เช่น สลับส่วนที่เป็นสีขาวกับสีดำ เป็นต้น ด้วยหลักการดังกล่าวจะสามารถสร้างเครื่องหมายได้เรื่อยๆโดยไม่ซ้ำกัน
2. **สร้าง Pattern ของเครื่องหมาย** ใช้โปรแกรมได้ที่ <http://flash.tarotaro.org/ar/MarkerGeneratorOnline.swf> นำเครื่องหมายทั้ง 10 ที่ได้ออกแบบแล้วไปพิมพ์เป็น

กระดาษ จากนั้นนำเครื่องหมายที่ 1 ไปแสดงผ่านกล้อง จะเห็นว่าโปรแกรมคลุมเครื่องหมายด้วยเส้นสีแดงให้กดปุ่ม Get Pattern ในโปรแกรมเพื่อบันทึกเป็นไฟล์ (*.pat) ทำเหมือนกันทุกเครื่องหมาย เอาไว้เรียกใช้ตอนเขียนโปรแกรมเพื่อตรวจจับเครื่องหมายของแต่ละอัน

3. **สร้างข้อมูล** ข้อมูลที่จะปรากฏเมื่อตรวจพบเครื่องหมายคือ รูปถ่าย บ้านเลขที่ และทะเบียนรถยนต์ จักรยานยนต์ โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการทำข้อมูลบ้านเลขที่และทะเบียนไว้เป็นไฟล์รูปภาพเพื่อเอาไปใส่บนพื้นที่วัตถุสามมิติสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สร้างจากเครื่องมือ PaperVision3d และนำไปแสดงบนเครื่องหมาย

4. **เขียนโปรแกรม** โดยใช้ภาษา Action Script 3 จากโปรแกรม **Adobe Flash CS3** และดาวน์โหลดเครื่องมือ **FLARManager** ที่เว็บ <http://words.transmote.com/wp/flarmanager> เพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมทางด้านตรวจจับเครื่องหมายที่มีจำนวนมาก และดาวน์โหลดเครื่องมือ **PaperVision3d** ที่เว็บ www.papervision3d.org เพื่อใช้ในการสร้างวัตถุสามมิติที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ใช้เครื่องหมาย 10 เครื่องหมายเป็นตัวอย่างในการทดลองใช้โปรแกรมช่วยตรวจสอบการเข้าออกหมู่บ้าน ทำให้เห็นข้อมูลบนจอคอมพิวเตอร์ว่าเจ้าของเครื่องหมายอยู่บ้านเลขที่อะไร และถ้ามีรถยนต์/จักรยานยนต์ก็แสดงเลขทะเบียนให้เห็น ข้อมูลดังกล่าวจะปรากฏเป็นภาพลอยทับอยู่บนเครื่องหมาย สามารถเห็นได้บนจอคอมพิวเตอร์เท่านั้น รวมถึงรูปภาพของเจ้าของเครื่องหมายที่จะแสดงบนหน้าจคอมพิวเตอร์แต่ไม่ได้รวมอยู่กับข้อมูลที่แสดงบนเครื่องหมาย แสดงผังภาพที่ 4

จากการทดลองใช้โปรแกรมช่วยตรวจสอบการเข้าออกหมู่บ้าน พบว่าคุณภาพของกล้องเว็บแคมมีส่วนในประสิทธิภาพการตรวจจับเครื่องหมาย หากเป็นกล้องที่มีความละเอียดต่ำจะตรวจจับเครื่องหมายที่เคลื่อนไหวอยู่ได้ไม่ชัดเจน เพราะการประมวลผลภาพไม่รวดเร็วและไม่คมชัดจากเครื่องหมายตัวอย่างที่ใช้ แสดงผลได้ถูกต้องเพราะการออกแบบที่เหมาะสมทำให้ไม่มีความคล้ายคลึงกันของแต่ละเครื่องหมายและด้วยความแตกต่างกันของทุกเครื่องหมายผู้อื่นที่ไม่ใช่เจ้าของจะไม่สามารถคัดลอกหรือแก้ไขเพื่อนำไปใช้เองได้ แต่ผู้ที่เป็นเจ้าของอยู่แล้วสามารถคัดลอกเครื่องหมายเก็บไว้ใช้สำรอง หรือนำไปติดไว้ที่รถยนต์จักรยานยนต์ที่มีทะเบียนตรงกับในเครื่องหมายได้

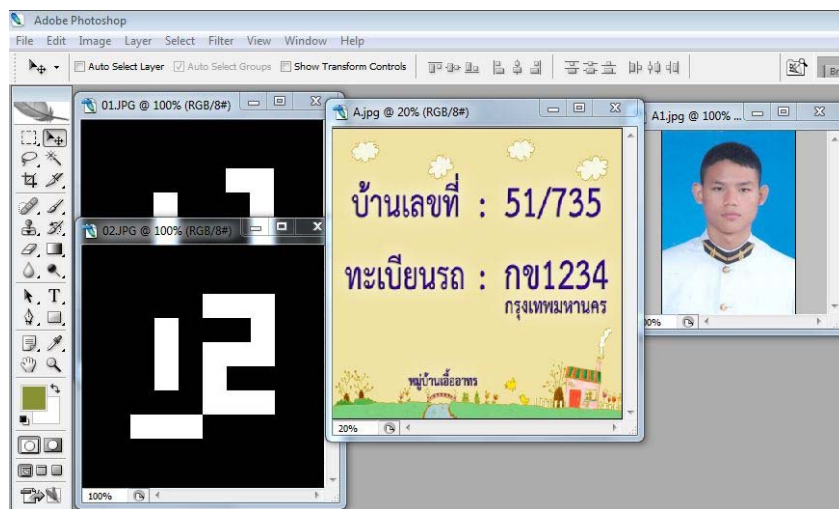
4. สรุปผลการวิจัย

การนำเทคโนโลยี Augmented Reality มาใช้ในการตรวจสอบบุคคลที่เข้าออกหมู่บ้านจะช่วยให้การรักษาความปลอดภัยมีประสิทธิภาพเพราะตรวจสอบความผิดปกติได้ เช่น บุคคลที่ขับรถยนต์เพื่อจะออกจากหมู่บ้าน แล้วตรวจสอบเครื่องหมายพบว่าทะเบียนรถตรงกับที่ปรากฏในคอมพิวเตอร์ แต่บุคคลดังกล่าวมีรูปร่างหน้าตาไม่เหมือนกับรูปภาพที่เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ อาจหมายความว่าบุคคลที่ขับรถโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของ

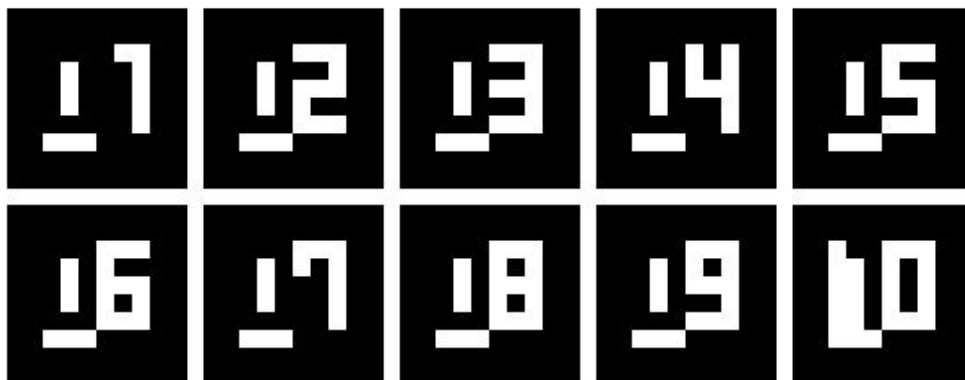
Augmented Reality หรือเทคโนโลยี AR สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ในทุกด้าน แม้กระทั่งระบบรักษาความปลอดภัย และยังสามารถศึกษาเรียนรู้วิธีสร้างเทคโนโลยี AR ได้ด้วยตนเอง จึงเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจและเข้าถึงได้ง่าย

5. เอกสารอ้างอิง

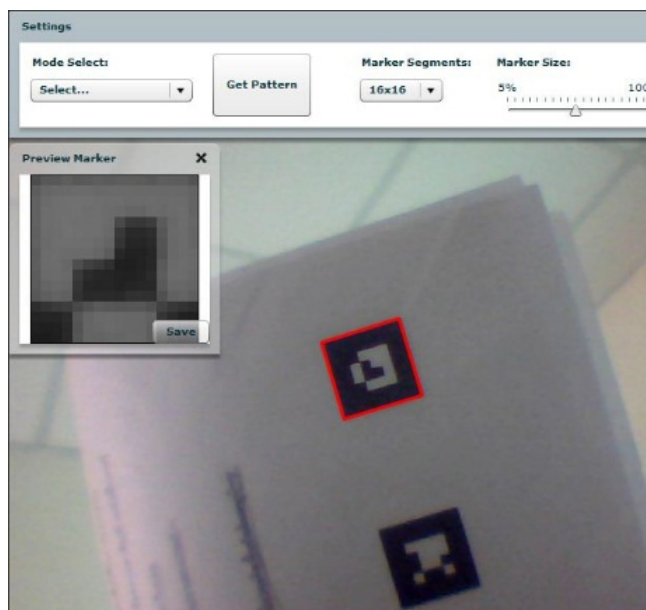
- [1] ประหยัด จิระวรพงศ์. 2553. เทคโนโลยีผสมความจริงเสมือน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 3:190-191.
- [2] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2554. การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2(13):121-122.
- [3] Azuma, R. 1997. A survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments.Pp.355-385.
- [4] Milgram and A.F.Kishino. 1994. Taxonomy of Mixed Reality Virtual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, E77-D (12): 1321-1329.



ภาพที่ 1 Adobe Photoshop ใช้สร้างเครื่องหมาย และข้อมูลเป็นภาพ



ภาพที่ 2 ลักษณะเครื่องหมายที่จะใช้ในการตรวจจับ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการสร้าง Pattern ของเครื่องหมาย



ภาพที่ 4 ทดลองการตรวจจับเครื่องหมาย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการใช้สื่อมัลติมีเดีย
เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์
A Study of Learning Achievement and Satisfaction
in Using Multimedia Computer on Medical Technical Terms in
Medical Secretary 1

อะเคื้อ กุลประสูติติก
Akuu Kulprasutidilok

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, กรุงเทพฯ, 10220
Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220
Corresponding author: e-mail: kaew084@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 และหลังเรียน รวมทั้งเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาที่เรียนรายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 (4073223) ในปีการศึกษาที่ 1/2556 ทั้งหมดจำนวน 8 คน โดยศึกษาจากประชากรทั้งหมด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า

1. คุณภาพของสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับดี
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนโดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ สูงกว่าก่อนเรียน
3. ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ ศัพท์ทางการแพทย์

Abstract

The aim of this research were to develop multimedia computer on medical technical terms in Medical Secretary 1 reaching standard quality and to compare the students' achievement before and after learning by using multimedia computer for the subject, including to study students' satisfaction toward the learning by using multimedia computer. The population was selected of 8 students who studied Medical Secretary 1 (4073223) in semester 1/2556. The research instrument was using multimedia computer on medical technical terms in Medical Secretary 1, achievement test and satisfaction questionnaire. The data were statistically analyzed by mean and standard deviation. The finding was as follows:

1. The multimedia computer on medical technical terms in Medical Secretary 1 was ranked at a good quality.
2. Students' achievement of learning with multimedia computer on medical technical terms was higher after using multimedia computer.
3. Students' satisfaction toward the learning by using multimedia computer on medical technical terms was placed at high level.

Keywords: Learning Achievement, Medical Technical Terms

1. บทนำ

รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 จัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 3 สำหรับนักศึกษาที่เลือกวิชาเอกการจัดการสถานบริการสุขภาพ เป็นรายวิชาที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเลขานุการ การจัดการองค์การในสำนักงาน งานเกี่ยวกับการบริการด้านการสื่อสาร การเขียนรายงานต่างๆทางการแพทย์ ศัพท์เทคนิคทางการแพทย์ องค์การต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแพทย์ เช่น แพทย์สภา แพทย์สมาคมราชวิทยาลัย แหล่งข้อมูลที่เป็นในหน้าที่เลขานุการทางการแพทย์ การใช้เอกสารทางการแพทย์ งานสารบรรณ จดหมายธุรกิจ เนื้อหาของวิชามีคำศัพท์ เฉพาะทางการแพทย์มาก ประกอบกับการที่ผู้เรียนไม่มีความถนัดในเรื่องของภาษาอังกฤษ ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในวิชานี้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควร และเมื่อสอบปลายภาคแล้ว ช่วงปิดภาคการศึกษา ประมาณ 2 สัปดาห์ นักศึกษาต้องไปฝึกปฏิบัติงานในสถานบริการสุขภาพ เช่น โรงพยาบาลของรัฐและเอกชน ศูนย์บริการสาธารณสุข นักศึกษามักจะประสบปัญหากับการไม่เข้าใจศัพท์ทางการแพทย์ เมื่อต้องปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรทางการแพทย์ และสาธารณสุขด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการนำสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ เข้ามาช่วยในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 น่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น และสามารถสื่อสารปฏิบัติงานร่วมกับบุคลากรทางการแพทย์ และสาธารณสุขได้อย่างเข้าใจ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 และหลังเรียน

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักศึกษาที่เรียนรายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 (4073223) ในปีการศึกษาที่ 1/2556 ทั้งหมดจำนวน 8 คน โดยศึกษาจากประชากรทั้งหมด

4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา 5 หัวข้อ

- 1.1 คำศัพท์ทางกายวิภาคและสรีรวิทยา

- 1.2 คำศัพท์แผนกต่างๆในโรงพยาบาล

- 1.3 คำศัพท์ชื่อโรค

- 1.4 คำศัพท์อุปกรณ์ทางการแพทย์เบื้องต้น

- 1.5 คำศัพท์การตรวจต่างๆ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 รหัสวิชา 4073223

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้ โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 รหัสวิชา 4073223

5. คุณภาพของเครื่องมือ

1. สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ มีคุณภาพในระดับดี คือค่าเฉลี่ย 3.93 จำแนกรายด้าน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ดังนี้
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง คุณภาพในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.73
ด้านภาพ การใช้ภาษา และเสียง คุณภาพในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 3.58
ด้านตัวอักษร และการเลือกใช้สี คุณภาพในระดับดี มีค่าเฉลี่ย 3.58
2. แบบวัดความรู้ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง .60 – 1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .28- .76 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .28- .72 ค่าความเที่ยง 0.86

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย ค่า IOC อยู่ระหว่าง .60 – 1.00 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง .32- .78 ค่าความเที่ยง 0.89

7. วิธีดำเนินการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบ Pretest-Posttest Design โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 รหัสวิชา 4073223 ซึ่งแบบแผนการทดลองที่นำมาใช้มีลักษณะดังแสดงในตารางที่ 1 คือ

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง	สอบหลัง
E	O1	X	O2	O3

เมื่อ E แทน กลุ่มประชากร
O1 แทน การสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)
O2 แทน การสอบหลังการทดลอง (Post-test)
O3 แทน การสอบภายหลังการทดลองโดยนักศึกษาไปฝึกปฏิบัติงานในสถานบริการสุขภาพ จำนวน 2 สัปดาห์ (Post-test)
X แทน ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาตามขั้นตอน ดังนี้

1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา

- 1 คำศัพท์ทางกายวิภาคและสรีรวิทยา
- 2 คำศัพท์แผนกต่างๆในโรงพยาบาล
- 3 คำศัพท์ชื่อโรค
- 4 คำศัพท์อุปกรณ์ทางการแพทย์เบื้องต้น
- 5 คำศัพท์การตรวจต่างๆ

3 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ครั้งที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดิมที่ใช้ใน

การทดสอบก่อนเรียน จากนั้นนักศึกษาไปฝึกปฏิบัติงานในสถานบริการสุขภาพจำนวน 2 สัปดาห์ แล้วทดสอบครั้งที่ 2 ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน

4 สอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1

8. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยสื่อมัลติมีเดีย โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (μ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)

9. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 5 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง

10. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1

ผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 วิชาเอกด้านการจัดการสถานบริการสุขภาพ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ประกอบไปด้วยเนื้อหา 5 หัวข้อ ดังนี้

- 1 คำศัพท์ทางกายวิภาคและสรีรวิทยา
- 2 คำศัพท์แผนกต่างๆในโรงพยาบาล
- 3 คำศัพท์ชื่อโรค

4 คำศัพท์อุปกรณ์ทางการแพทย์เบื้องต้น
5 คำศัพท์การตรวจต่าง

ผู้วิจัยได้นำสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ด้านเทคโนโลยีการศึกษา และด้านการแพทย์ประเมินคุณภาพสื่อ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพของสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมิน		ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
1.	เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.73	.11	ดีมาก
1.1	ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาบทเรียนกับวัตถุประสงค์	5.00	0	ดีมาก
1.2	ความเหมาะสมของการจัดลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0	ดีมาก
1.3	ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0	ดีมาก
1.4	ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	0	ดีมาก
1.5	ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	3.66	.57	ดี
2.	ภาพ ภาษา และเสียง	3.58	.14	ดี
2.1	ความสอดคล้องของเนื้อหากับภาพที่นำเสนอ	4.00	0	ดี
2.2	ความเหมาะสมของขนาดภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.00	0	ดี
2.3	ความชัดเจนในการสื่อความหมายภาพประกอบบทเรียน	4.00	0	ดี
2.4	ความชัดเจนของเสียงบรรยายประกอบบทเรียน	2.33	.57	พอใช้
3.	ตัวอักษร และการเลือกใช้สี	3.58	.38	ดี
3.1	ความชัดเจนของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.33	.57	ดี
3.2	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหา	3.00	0	ปานกลาง
3.3	ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีตัวอักษร	3.33	.57	ปานกลาง
3.4	ความเหมาะสมของสีพื้นหลังในเนื้อหา	3.66	.57	ดี
รวม		3.96	.13	ดี

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินคุณภาพสื่อมัลติมีเดีย โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า สื่อมัลติมีเดีย ด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง มีคุณภาพในเกณฑ์ระดับดีมาก ด้านภาพ ภาษา และเสียงมีคุณภาพในเกณฑ์ระดับดี ด้าน

ตัวอักษร และและการเลือกใช้สี มีคุณภาพในเกณฑ์ระดับดี คุณภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ระดับดี

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง

ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทาง การแพทย์ 1	ก่อนเรียน (41 ข้อ)		หลังเรียน (41 ข้อ)		หลังการฝึกปฏิบัติ (41 ข้อ)	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	14.63	4.07	27.38	7.35	31.25	4.20

จากตาราง 3 โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนก่อน
และหลังเรียน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง
ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1
สูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง

การฝึกปฏิบัติสูงกว่าก่อนเรียน 3 ผลของความพึงพอใจ
ของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง
ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1
ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย

การประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับความพึง พอใจ
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.33	.30	มาก
2. ด้านภาพ ภาษา และเสียง	4.18	.34	มาก
3. ด้านตัวอักษร และสี	4.37	.29	มาก
4. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.37	.37	มาก
รวม	4.31	.25	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงผลของความพึงพอใจของ
นักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์
ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1
นักศึกษามีความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง
ในระดับมาก ด้านภาพ ภาษา และเสียงในระดับมาก ด้าน
ตัวอักษร และสีในระดับมาก ด้านประโยชน์ที่ได้รับใน
ระดับมาก ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

11. อภิปรายผล

1. การพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทาง
การแพทย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและได้ผ่านการประเมินจาก
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 คน พบว่าการประเมินให้
อยู่ในระดับดี ซึ่งอาจพิจารณาได้ว่าเป็นผลสืบเนื่องมาจาก
ในขั้นตอนการพัฒนา ได้อาศัยหลักการออกแบบ และ
พัฒนาตามลำดับขั้นทางวิชาการ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์
เนื้อหา ศึกษาแนวทางในการพัฒนา จัดเนื้อหาให้
สอดคล้องกับวัยของผู้เรียน การจัดลำดับขั้นตอนในการ
ทำงาน การทดสอบบทเรียน การปรับปรุงแก้ไข และการ

ประเมินผล ซึ่งเป็นการพัฒนาอย่างมีขั้นตอนและเป็น
ระบบ

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 เรื่อง ศัพท์ทาง
การแพทย์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการใช้สื่อ
มัลติมีเดีย พบว่านักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน
(ค่าเฉลี่ย = 27.37 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 7.34) สูง
กว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 14.62, ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน. = 4.06) และคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึกปฏิบัติ
สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย = 31.25, ส่วนเบี่ยงเบน
มาตรฐาน = 4.20) เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียมีการนำเสนอ
ทั้งภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว ดึงดูดความสนใจให้ผู้เรียน
อยากเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชริกา จันจุฬา
[1] นอกจากนี้สื่อมัลติมีเดียมีการแบ่งเนื้อหาเป็นตอนๆ
และเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ซึ่งจะช่วยให้
นักศึกษาเข้าใจมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ
กนกรัตน์ วุฒิวิชาภรณ์ [2] เมื่อนักศึกษาไปฝึกปฏิบัติงาน
ในโรงพยาบาล นักศึกษาได้รับความรู้จากประสบการณ์

ตรง จึงเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์ รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์ 1 อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ โดยการนำเอาเทคนิคการสร้างบทเรียน ได้แก่ ตัวอักษร ภาพเสียง และการเคลื่อนไหว มาผสมผสาน จนสามารถสร้างความสนใจของนักศึกษาให้อยากเรียนรู้และรู้สึกสนุกสนานกับบทเรียนอยู่ตลอดเวลา สอดคล้องกับการศึกษาของ สุทธิพงษ์ มากุล [3] ที่พบนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คำสมาส จะเห็นได้ว่าความพึงพอใจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนจากสื่อมัลติมีเดีย ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น พยายามที่จะเรียนรู้ และศึกษาเนื้อหาที่น่าเสนอ นำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ อย่างมีความสุขและมีคุณภาพ

12. ข้อเสนอแนะ

1. การที่จะพัฒนาสื่อมัลติมีเดียควรจัดเรียงลำดับเนื้อหาตามความยากง่ายที่จะส่งผลต่อการเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ กำหนดกิจกรรม การเสริมแรง ในบทเรียนให้มีความน่าสนใจเหมาะสมกับศักยภาพของนักศึกษา

2. ควรมีเอกสารศัพท์เฉพาะทางการแพทย์เพื่อช่วยเพิ่มความเข้าใจเนื้อหาของการเรียน

3. ภายหลังจากการเรียน นักศึกษาต้องไปฝึกปฏิบัติงานในสถานบริการสุขภาพ ประมาณ 2 สัปดาห์ ซึ่งจะทำให้นักศึกษาได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง จึงทำให้เข้าใจศัพท์ทางการแพทย์มากขึ้น

4. ควรมีการการศึกษาวิจัยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับความคงทนในการเรียนรู้ (Learning Retention) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ไม่ว่าระยะเวลาผ่านไปนานเท่าใดก็ตาม

5. ควรมีการการศึกษาวิจัยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีการเรียนรู้แบบอื่นๆ เพื่อให้เกิดความหลากหลายและเหมาะสมกับรายวิชา

13. เอกสารอ้างอิง

- [1] อัญชริกา จันจุฬา. 2553.การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาภาษาอังกฤษ เรื่อง คำศัพท์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการ พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 20 ฉบับที่ 2.
- [2] กนกรัตน์ วุฒิวิชาภรณ์. 2554. ศึกษา ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน ทวารวดี จังหวัดนครปฐม. Veridian E-Journal, SU Vol.5 No. 1.
- [3] สุทธิพงษ์ มากุล. 2551.การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คำสมาส สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

การดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟโดยใช้ขี้เลื่อย Adsorption of Reactive Dyes by Sawdust

กานต์ดา ศิริวงศ์นาค* และรัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง
Kanda Siriwongnark and Ratsamee Sangsirimongkolying

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

*Corresponding author: kanda34_hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นศึกษาการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟ ด้วยวัสดุที่เหลือจากอุตสาหกรรมไม้แปรรูป 3 ชนิด คือ ขี้เลื่อย ไม้มะค่า ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และขี้เลื่อยไม้เต็ง ที่มีขนาดอนุภาค 30 เมช ซึ่งสีย้อมรีแอคทีฟที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ สีย้อมรีแอคทีฟเรด 180 จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของขี้เลื่อย พบว่าขี้เลื่อยไม้มะค่า และขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีปริมาณเซลลูโลสใกล้เคียงกันร้อยละ 82 จากนั้นศึกษาหาภาวะในการดูดซับสี ได้แก่ ชนิดของขี้เลื่อย ปริมาณของขี้เลื่อย ค่าพีเอช และความเข้มข้นสีย้อมรีแอคทีฟเริ่มต้น สำหรับผลที่ได้จากการศึกษาคือ พบว่าขี้เลื่อย 2 ชนิด คือ ขี้เลื่อยไม้มะค่า และขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีความสามารถในการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรด 180 ได้ที่ค่าพีเอช 10 โดยใช้ปริมาณวัสดุดูดซับ 0.5 กรัม ระยะเวลาในการเขย่า 125 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที ความเข้มข้นสีย้อมรีแอคทีฟเริ่มต้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งภาวะดังกล่าวนี้ขี้เลื่อยไม้มะค่า และขี้เลื่อยไม้ยางพารา สามารถดูดซับสีจากสีย้อมรีแอคทีฟเรด 180 ได้ร้อยละ 44.25 และ 41.75 ตามลำดับ

คำสำคัญ: สีย้อมรีแอคทีฟ ขี้เลื่อย

Abstract

This research aims to study the adsorption of reactive dye by using material leftover from industrial of 3 types wood sawdust, Maka, Rubber and Teang, with a particle size of 30 mesh. The protective dye reagent used in this study is Reactive Red Dye 180. The results found that the chemical of wood sawdust and wood cellulose were similar at 82 percent in Maka and Rubber sawdust. The results of color adsorption of sawdust found that Maka sawdust and Rubber sawdust could absorb Reactive Red 180 at pH 10 using the adsorbent 0.5 g with shaking at 125 rpm for 60 minutes with concentrated reactive color were initially at 20 mg per liter. This option Maka sawdust and Rubber sawdust could absorb the reactive red color 180 at 44.25 and 41.75 percent respectively.

Keywords: Reactive Dyes Sawdust

1. บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่ประกอบด้วยอุตสาหกรรมต่อเนื่องต่าง ๆ มากมายโดยอุตสาหกรรมฟอกย้อมเป็นอุตสาหกรรมชั้นกลางของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งทำหน้าที่ในการเปลี่ยนวัสดุสิ่งทอในรูปที่ยังเป็นวัตถุดิบ คือ เส้นด้ายหรือผ้าดิบ ให้เป็นวัสดุสำเร็จรูปที่สามารถนำไปจำหน่ายแก่ผู้บริโภคได้โดยตรงหรือนำไปใช้ทำเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรมขั้นปลายซึ่งได้แก่ อุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป ซึ่งอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้น้ำเป็นวัตถุดิบในกระบวนการฟอกย้อมเป็นปริมาณมาก น้ำเสียจากกระบวนการฟอกย้อมจะมีความเข้มข้นของสีสูง มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และมีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งสีย้อมที่ใช้กันโดยทั่วไปมักเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโครงสร้างทางเคมีที่ซับซ้อนและส่วนมากจะเป็นสารที่มีพิษ เมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติจะทำให้เกิดความน่ารังเกียจต่อผู้พบเห็นทำให้เกิดการขัดขวางการส่องผ่านของแสงลงสู่ผิวน้ำทำให้พืชน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงก่อให้เกิดผลเสียต่อ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ ทำให้กระบวนการฟอกตัวเอง (Natural self purification) ของแหล่งน้ำธรรมชาติเสียไป ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบนิเวศในน้ำสีย้อมที่ใช้ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักถูกออกแบบเพื่อต่อต้านการจางของสีเมื่อสัมผัสกับเหงื่อ น้ำและแสงแดด จึงทำให้สีย้อมมีความคงตัวในสิ่งแวดล้อมสูง และเกิดการย่อยสลายได้ยาก [1] สีย้อมทั่วไปจะมีความเป็นพิษต่ำ แต่สารประกอบและการสลายบางตัวของผลิตภัณฑ์จะทำให้พิษของสีย้อมเพิ่มขึ้น สารบางชนิดที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์สีย้อมมีความเป็นพิษสูงและบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง สีย้อมรีแอคทีฟ (Reactive Dye) เป็นสีที่ใช้มากในอุตสาหกรรมฟอกย้อม สีประเภทนี้มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี คงทนในสภาวะแวดล้อมสูง และมีโครงสร้างพื้นฐานในกลุ่มของ Aromatic และ Heterocyclic [2]

การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม เทคโนโลยีการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำที่เนื่องจากการย้อมผ้า พิมพ์ผ้า ในโรงงานฟอกย้อม ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสีย้อมและสารเคมีซึ่งเป็นส่วนที่เหลือตกค้างอยู่ในน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต เทคโนโลยีการบำบัดสีน้ำเสียในกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมสิ่งทอมีหลายวิธี

จากงานวิจัยของ Murat และคณะ [3] ศึกษาการดูดซับสีเมทิลลีนบลูจาก ดอกฝ้าย เศษฝ้าย และฝุ่นฝ้าย

โดยใช้หลักการดูดซับสี ซึ่งศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นของสี เมทิลลีนบลู ค่าพีเอช อุณหภูมิ และปริมาณวัสดุดูดซับ จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุที่พบว่า ดอกฝ้ายมีปริมาณเซลลูโลสสูง และสามารถดูดซับสีได้มาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจนำวิธีการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟด้วยวัสดุที่เหลือจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ คือ ขี้เลื่อยไม้มะค่า ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และขี้เลื่อยไม้เต็ง มาใช้ในการทดลองครั้งนี้

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

ขี้เลื่อย 3 ชนิด คือ ขี้เลื่อยไม้มะค่า ขี้เลื่อยไม้ยางพารา และขี้เลื่อยไม้เต็ง กรดซัลฟูริก (Sulphuric Acid) กรดเชิงวิเคราะห์ บริษัท RCI Labscan โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) กรดเชิงวิเคราะห์ บริษัท MERCK ไฮโดรคลอริก J.T. Baker น้ำกลั่น (Distilled water) และสีย้อมโทเนสแดง ชนิดสรีแอคทีฟ 180 บริษัท อุตสาหกรรมรามาทีกซ์ไทร์ (1988) จำกัด

เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-vis spectrophotometer) ยี่ห้อ Aqua Quest รุ่น Cecil4002 ตู้อบ (Drying Oven) ยี่ห้อ MEMMERT SCHUTZART เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ DENVER INSTRUMENT ST- 234 เครื่องเหวี่ยง (Centrifuge) เต้าห ล ม ใ ห้ ค ว า ม ร ้อ น ย ี่ ห ้อ Electrothermal EMO500/C MK.4 220/240V เครื่องเขย่าอัตโนมัติ (Shaker) รุ่น ORBITAL Shaker S01 เตาเผา (Furnace) รุ่น Type 48000 เครื่องร่อน (Endecotts) รุ่น OCI-6038-09 และเครื่องชั่งดิจิตอล (Analytical Balance), (0.0001 g) รุ่น Denver instrument SI-234

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 วิธีการหาสมบัติทางเคมีของวัสดุดูดซับ

ก. วิธีการหาปริมาณลิกนินจากวัสดุดูดซับ

ซึ่งวัสดุดูดซับที่ผ่านตะแกรงอะลูมิเนียมขนาด 30 เมช น้ำหนักวัสดุดูดซับ 1 ± 0.1 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร วางบีกเกอร์ลงในอ่างน้ำแข็งแล้วค่อยๆ เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้นร้อยละ 72 ที่เย็น 15 มิลลิลิตร พร้อมคนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ผสมกัน ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา แล้วนำออกจากน้ำแข็งมาตั้งทิ้งไว้ในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 20 ± 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พร้อมคนสารละลายอย่างสม่ำเสมอ ทุกๆ 15 นาที เติมน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ลงในขวดกัน

กลมขนาด 1000 มิลลิลิตร แล้วเทสารละลายในบีกเกอร์ลงในขวดก้นกลม พร้อมทั้งล้างบีกเกอร์ด้วยน้ำกลั่นอีก 160 มิลลิลิตร แล้วเทลงในขวดก้นกลม ทำการ Reflux สารละลายนาน 4 ชั่วโมง เทสารละลายทั้งหมดใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1000 มิลลิลิตร แล้วตั้งบีกเกอร์ทิ้งไว้ 1 คืน กรองผ่านกระดาษกรอง เบอร์ 3 ที่ทราบน้ำหนักแล้ว ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำออกมาทำให้เย็นลงในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักรวมของ glass crucible และลิกนิน คำนวณหาร้อยละของลิกนินจากสมการที่ 1
ร้อยละของปริมาณลิกนิน = $(A \times 100) / W$ (1)

เมื่อ A = น้ำหนักของลิกนิน (กรัม)
 W = น้ำหนักแห้งของตัวอย่าง (กรัม)

ข. วิธีการหาปริมาณเถ้า

ทำการวิเคราะห์ตามมาตรฐาน ASTM 3174 นำตัวอย่างไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และค่อยๆเพิ่มความร้อนเป็น 700-750 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ของถ่วงหนไฟรวมกับน้ำหนักของเถ้าที่พร้อมฝาปิด ร้อยละของปริมาณเถ้า สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$N = [(c - d) / e] \times 100 \dots\dots (2)$$

เมื่อ N = ปริมาณเถ้า (%)
 c = น้ำหนักภาชนะพร้อมถ่วง (กรัม)
 d = น้ำหนักของภาชนะ (กรัม)
 e = น้ำหนักตัวอย่างทดลองที่ใช้ (กรัม)

2.2.2 วิธีการหาความสามารถในการดูดซับสีของน้ำซีลี้อยที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ปริมาณ 0.5 (0.75 1.0 และ 1.25) กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร เติมสารละลายสีของสีความเข้มข้น 20 30 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ปรับค่าพีเอชที่ 5 6 8 และ 10 ด้วยไฮโดรคลอริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ นำไปตั้งบนเครื่องเขย่า 125 รอบต่อนาที เป็นเวลา 60 นาที นำเข้าเครื่องเหวี่ยง 5000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

ครบเวลาที่กำหนดแยกส่วนที่ใส่ออกนำไปวัดความเข้มข้นของสีด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 583 นาโนเมตร คำนวณร้อยละความสามารถในการดูดซับสี ดังสมการที่ 3

$$\text{ร้อยละการดูดซับ} = (C_0 - C_t) / C_0 \times 100 \dots\dots (3)$$

เมื่อ C_0 = ความเข้มข้นเริ่มต้นของสีย้อม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

C_t = ความเข้มข้นที่เหลืออยู่ของสีย้อม หลังกระบวนการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

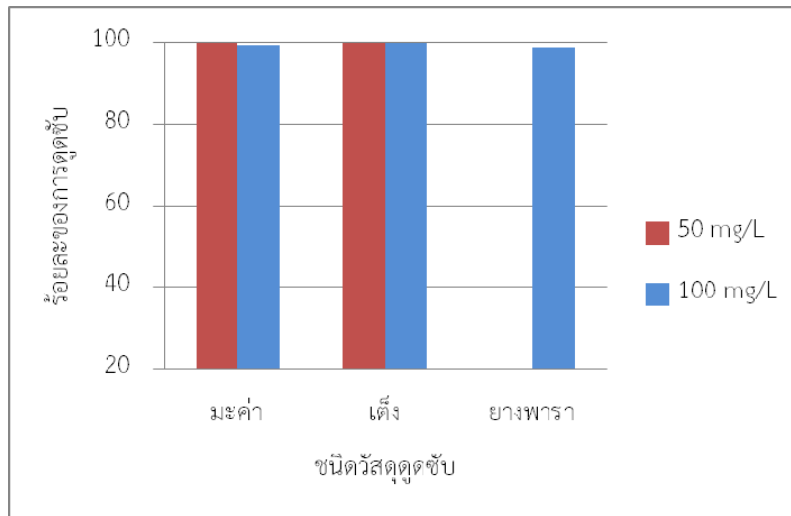
ตอนที่ 1 ศึกษาสมบัติทางเคมีของซีลี้อยที่ใช้เป็นวัสดุดูดซับเมื่อนำซีลี้อยที่ได้จากการเตรียมที่มีขนาด 30 เมช จากสถานะที่ต่างกัน คำนวณหาปริมาณเถ้าด้วยวิธีตามมาตรฐาน ASTM 3174 และหาปริมาณลิกนิน และเซลลูโลส ด้วยวิธี TAPPI T222 om-88

3.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของวัสดุดูดซับ

เมื่อศึกษาการหาปริมาณเถ้า ปริมาณลิกนิน และปริมาณเซลลูโลสที่ได้จากซีลี้อย 3 ชนิดคือ ซีลี้อยไม้ มะค่า ซีลี้อยไม้ยางพารา และซีลี้อยไม้เต็ง พบว่าซีลี้อยไม้มะค่า ซีลี้อยไม้ยางพารา มีปริมาณเซลลูโลสใกล้เคียงกันคือร้อยละ 82 รองลงมาคือซีลี้อยไม้เต็งมีปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 79 ซึ่งจากงานวิจัยของ Murat Ertas และคณะ [3] ศึกษาวัสดุที่เหลือจากอุตสาหกรรม สรุปว่า ปริมาณเซลลูโลสมีผลต่อค่าการดูดซับสีของเมทิลีนบลู คือ ปริมาณเซลลูโลสสูงจะดูดซับสีได้ดี

ตอนที่ 2 การหาความสามารถในการดูดซับสีเมทิลีนบลู จากการทดลองนำซีลี้อยไม้ยางพารา ซีลี้อยไม้มะค่า และซีลี้อยไม้เต็งที่ผ่านการอบ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปดูดซับสีเมทิล-ลีนบลูโดยมีความเข้มข้นเริ่มต้นที่ 20 30 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 ผลของชนิดวัสดุดูดซับที่มีต่อการดูดซับสีเมทิลีนบลู



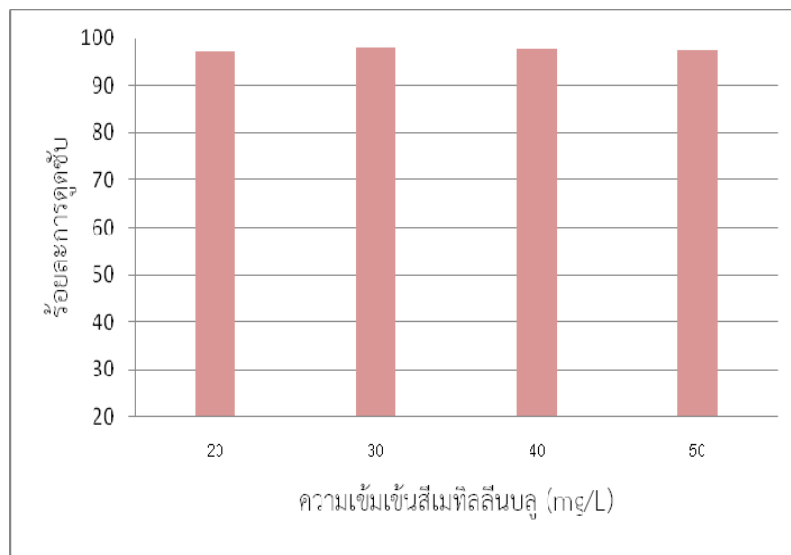
ภาพที่ 1 แสดงร้อยละของการงอกของเมล็ดสาลีชนิดต่างๆ โดยใช้วัสดุดูดซับที่ต่างกัน

จากภาพที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบชนิดวัสดุดูดซับ 3 ชนิด คือซีลี้อยไม้มะค่า ซีลี้อยไม้เต็งและซีลี้อยไม้ยางพาราที่ความเข้มข้นเมทิลีนบลู 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าซีลี้อยไม้ทั้งสามชนิดดูดซับได้ดี ปริมาณร้อยละการดูดซับ 98 ถึง 99 มีค่าการดูดซับไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบชนิดวัสดุดูดซับ 2 ชนิด คือซีลี้อยไม้มะค่า และซีลี้อยไม้เต็งสามารถดูดซับสีเมทิลีนบลูที่

ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการดูดซับสีสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นจึงเลือกใช้ซีลี้อยไม้ยางพาราในการดูดซับสีที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากซีลี้อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก ซีลี้อยไม้มะค่าและซีลี้อยไม้เต็งเป็นไม้เนื้ออ่อนข้างราคาแพง

2.3 ผลของความเข้มข้นของสีเมทิลีนบลูที่มีต่อการดูดซับสี

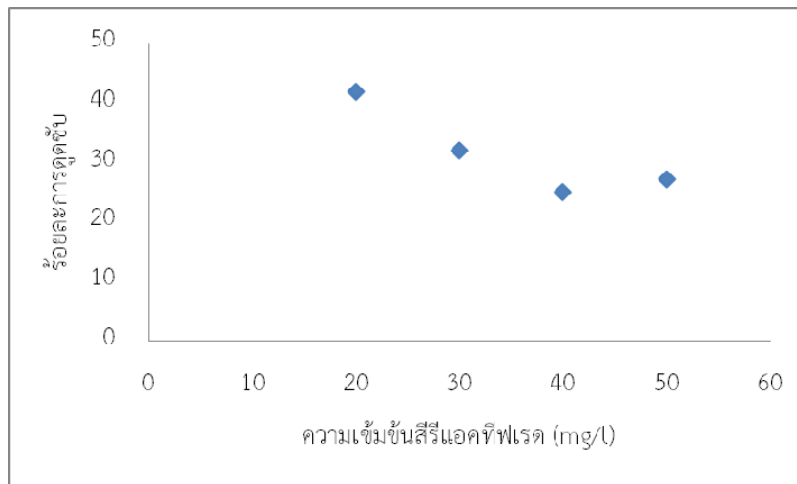


ภาพที่ 2 แสดงร้อยละการดูดซับสีเมทิลีนบลูกับความเข้มข้นของสีเมทิลีนบลู ของซีลี้อยไม้ยางพารา

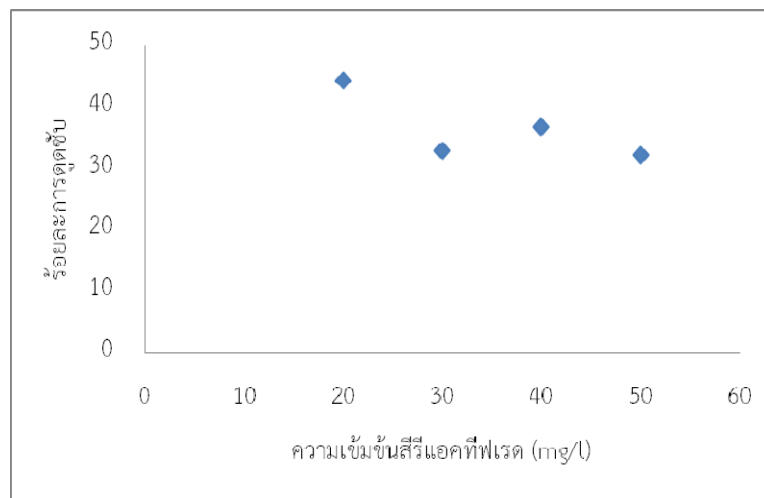
ผลของความเข้มข้นสีเมทิลีนบลูที่มีต่อการดูดซับสีโดยซีล้อยไม้ยางพาราในช่วงความเข้มข้นเมทิลีนบลูเริ่มต้น 20 ถึง 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 2 พบว่าซีล้อยไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลองการดูดซับสีเมทิลีนบลูสามารถดูดซับได้ดีประมาณร้อยละ 97 เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงความสมดุลระหว่างการดูดซับสีที่พื้นผิววัสดุดูดซับได้มากขึ้นในทางประจุลบ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างประจุลบของซีล้อยไม้ยางพาราและโมเลกุลเมทิลีนบลูที่มีประจุไฟฟ้าบวกขนาดใหญ่ ความสัมพันธ์นี้อาจผ่านการทำปฏิกิริยาไฟฟ้าสถิตระหว่างประจุลบซีล้อยไม้ยางพาราและประจุบวกของโมเลกุลเมทิลีนบลู [1]

ตอนที่ 3 การหาความสามารถในการดูดซับสีรีแอกทีฟเรดทำการทดลองโดยปรับความเข้มข้นของสีย้อมรีแอกทีฟเรดเป็น 20 30 40 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณซีล้อยไม้ยางพาราและซีล้อยไม้มะค่า 0.50 กรัม

3.1 ผลของความเข้มข้นของสีย้อมรีแอกทีฟเรดที่มีต่อการดูดซับสี



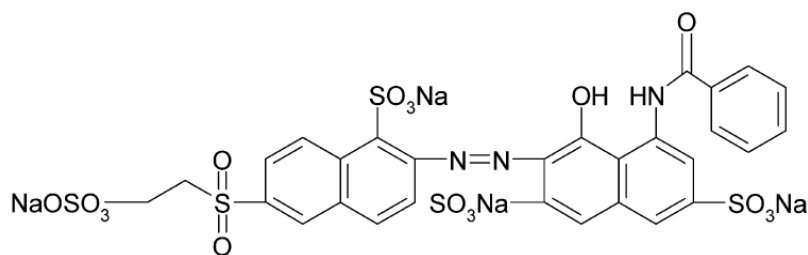
ภาพที่ 3 แสดงร้อยละการดูดซับสีรีแอกทีฟเรดกับความเข้มข้นสีรีแอกทีฟเรด ของซีล้อยไม้ยางพารา



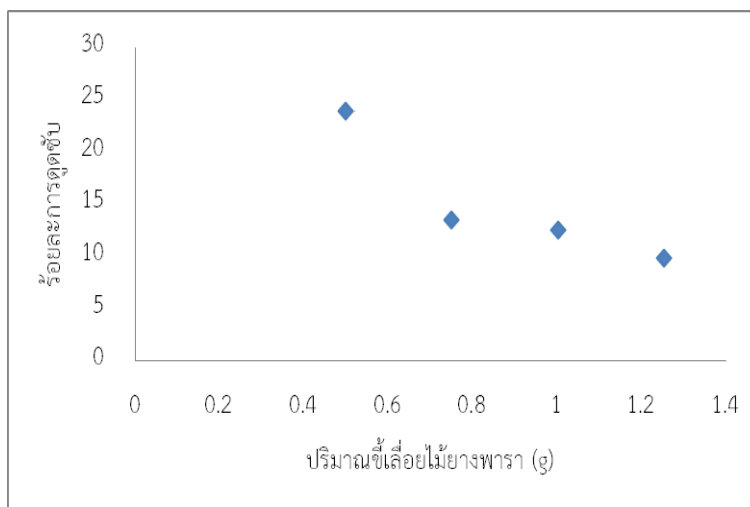
ภาพที่ 4 แสดงร้อยละการดูดซับสีรีแอกทีฟเรดกับความเข้มข้นสีรีแอกทีฟเรด ของซีล้อยไม้มะค่า

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นเริ่มต้น สิริแอกทีฟเรต พบว่าร้อยละการดูดซับสีจะมีแนวโน้มลดลงตามความเข้มข้นสีที่เพิ่มขึ้น โดยซีลื้อยไม้ยางพารา ลดลงจากร้อยละการดูดซับสี 44.25 ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นร้อยละการดูดซับสี 32.20 ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร และซีลื้อยไม้มะค่าจากร้อยละการดูดซับสี 41.75 ที่ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นร้อยละการดูดซับสี 27.20 ที่ความเข้มข้น 50

มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชยาภาส ทับทอง [4] พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสิริแอกทีฟเรตเริ่มต้นร้อยละการดูดซับสีลดลง เนื่องจากสิริแอกทีฟเรตมีโครงสร้างดังภาพที่ 6 เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายที่มีประจุลบเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณพื้นผิวของการดูดซับยังคงเท่าเดิม จึงทำให้มีปริมาณไอออนที่ไม่ถูกดูดซับเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 6 โครงสร้างเคมีของสีย้อมชนิดรีแอกทีฟโทนสีแดง 180 [8]



ภาพที่ 7 แสดงร้อยละการดูดซับสิริแอกทีฟเรตกับปริมาณซีลื้อยไม้ยางพารา

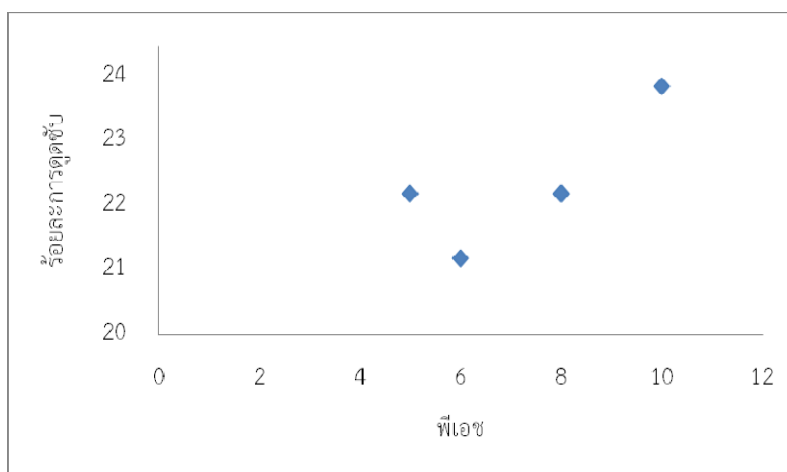
3.2 ผลของปริมาณวัสดุดูดซับที่มีต่อร้อยละการดูดซับ จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าการดูดซับสิริแอกทีฟเรตลดลงจากร้อยละ 23.87 จนถึง 9.87 เมื่อเพิ่มปริมาณของซีลื้อยไม้ยางพาราจาก 0.50 ถึง 1.25 กรัม แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณของซีลื้อยไม้ยางพาราจะทำให้ปริมาณของสิริแอกทีฟเรตที่ถูกดูดซับต่อหน่วยน้ำหนักของซีลื้อยลดลง จึงเป็นผลให้ค่าความสามารถในการดูดซับสิริแอกทีฟเรตด้วยซีลื้อยไม้ยางพาราลดลงเมื่อเพิ่ม

ปริมาณของซีลื้อยไม้ยางพารา ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น ปริมาณสีย้อมรีแอกทีฟเรตที่อยู่ในสารละลาย แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิต (electrostatic interaction) และการแทรกแซงระหว่างบริเวณที่เกิดการดูดซับ (binding site) เป็นต้น ปัจจัยสำคัญคือ พื้นผิวของวัสดุดูดซับซีลื้อยส่วนใหญ่เป็นเซลล์ลูโลสเมื่อเพิ่มปริมาณของวัสดุดูดซับจะทำให้โมเลกุลของสีย้อมที่อยู่ในสารละลายไม่เพียงพอที่จะครอบคลุมบริเวณที่เกิดการแลกเปลี่ยนประจุทั้งหมด (exchangeable site)

ของซีลี้อยู่ไม่ย่างพารา เป็นผลให้ค่าความสามารถในการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดลดลง ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของจันทนา ไพโรบูรณ์ และคณะ [5]

3.4 ผลของค่าพีเอชที่มีต่อการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรด

จากการศึกษาผลของค่าพีเอชของสีย้อมรีแอคทีฟเรดที่มีผลต่อร้อยละการดูดซับสีซึ่งทำการทดลองโดยปรับพีเอชของสีย้อมรีแอคทีฟเรดเป็น 5 6 8 และ 10 ดูดซับสีที่ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 8 แสดงร้อยละการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดกับค่าพีเอชของซีลี้อยู่ไม่ย่างพารา

ทดสอบการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดด้วยซีลี้อยู่ไม่ย่างพารา แสดงในรูปที่ 8 จากผลการทดลองพบว่าเมื่อค่าพีเอช 6 8 และ 10 ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีร้อยละการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรด 21.20 22.20 และ 23.87 ตามลำดับ ค่าพีเอชมีผลต่อการดูดซับสี เนื่องจากค่าพีเอชมีความสัมพันธ์กับหมู่ฟังก์ชันต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณภายในโมเลกุลของสีย้อม ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มอะโซ (N=N) และกลุ่มออกซิ-โครม ดังนั้นค่าพีเอช 10 จึงสามารถดูดซับสีได้สูงที่สุด และค่าพีเอชต่ำๆ จะมีไอออนของไฮโดรเจนมากทำให้เกิดการแย่งกันกับไอออนของสีย้อมรีแอคทีฟเรดเพื่อเข้าไปเกาะกับผิวซีลี้อยู่ไม่ย่างพารา จึงทำให้ไอออนสีย้อมรีแอคทีฟเรดเข้าไปเกาะที่ผิวซีลี้อยู่ไม่ย่างพาราได้น้อยกว่าที่พีเอช 10 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทียมชัย บัวลอย และคณะ [6]

3.5 ผลค่าคงที่ไอโซเทอมของการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดด้วยซีลี้อยู่ไม่ย่างพาราและซีลี้อยู่ไม่มะค่า

ตารางที่ 1 แสดงผลค่าคงที่ไอโซเทอมของการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดด้วยซีลี้อยู่ไม่ย่างพาราและซีลี้อยู่ไม่มะค่า

Freundlich isotherm ซีลี้อยู่ไม่ย่างพารา			Freundlich isotherm ซีลี้อยู่ไม่มะค่า		
1/n	K	R ²	1/n	K	R ²
0.54	4.55	0.81	0.35	6.69	0.75
1	3	8	7	3	6

จากการศึกษาไอโซเทอมการดูดซับฟรอนด์ลิชของการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดด้วยซีลี้อยู่ไม่ย่างพาราและซีลี้อยู่ไม่มะค่าได้ค่าคงที่ไอโซเทอมต่าง ๆ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, R²) ดังตารางที่ 1 จากไอโซเทอมของฟรอนด์ลิชของการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดด้วยซีลี้อยู่ไม่ย่างพารา มีค่า 1/n = 0.541 การดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดจากซีลี้อยู่ไม่ย่างพาราอธิบายได้ว่าการดูดซับเกิดขึ้นจากแรงดึงดูดเป็นแรงทางเคมีที่ไม่สามารถผันกลับได้ [7] โดยการดูดซับชนิดนี้จะเลือกเฉพาะบริเวณที่เกิดพันธะเคมีได้เท่านั้นและจะเกิดการดูดซับขึ้นหลายๆชั้นซึ่งไม่เหมือนการดูดซับทาง

กายภาพที่ไม่จำกัดบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาและสามารถเกิดการดูดซับได้แบบชั้นเดียว

ตารางที่ 2 แสดงผลค่าคงที่ไอโซเทอมของการดูดซับสีแบบแลงเมียร์

	Langmuir isotherm	Langmuir isotherm
	ซี เลื้อ ย ไม้	ซี เลื้อ ย ไม้ มะ ค่ำ
	ย าง พารา	
Q_m (mg/g)	0.3214	0.0291
K	0.0001	1.5452
R^2	0.6099	0.8169

จากการศึกษาไอโซเทอมแลงเมียร์ของการดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดจากซีเลื้อยไม้ยางพาราและซีเลื้อยไม้มะค่า พบว่าปริมาณการดูดซับสีด้วยซีเลื้อยไม้ยางพาราสูงสุด (Q_m) เท่ากับ 0.3214 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเทียบกับปริมาณการดูดซับจากซีเลื้อยไม้มะค่า (Q_m) เท่ากับ 0.0291 มิลลิกรัมต่อกรัม ดังตารางที่ 2 ซึ่งจากไอโซเทอมการดูดซับแบบแลงเมียร์ เป็นการดูดซับทางกายภาพและเกิดการดูดซับบนพื้นผิวแบบชั้นเดียว

4. สรุปผลการทดลอง

การดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟโดยใช้ซีเลื้อยเป็นวัสดุดูดซับ พบว่าซีเลื้อยไม้ยางพารา ปริมาณ 0.5 กรัม ความเข้มข้นสีย้อมรีแอคทีฟเริ่มต้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าพีเอช 10 มีความสามารถในการดูดซับสีรีแอคทีฟเรด 180 ได้มากที่สุดคือร้อยละ 44.25

ค่าคงที่ไอโซเทอมแบบฟรุนดลิชสำหรับการดูดซับสีรีแอคทีฟเรดจากซีเลื้อยไม้ยางพารามีค่า $k = 4.553$ ค่า $1/n = 0.541$ และค่า $R^2 = 0.818$ ซึ่งค่า $1/n < 1$ แสดงว่าซีเลื้อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟเรดได้ไม่ดี

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท อุตสาหกรรมรามาทิพย์ (1988) จำกัด ที่ได้อนุเคราะห์สีย้อมรีแอคทีฟ 180 ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการศึกษาทดลอง จนทำให้งานวิจัยเสร็จ

สมบูรณ์ และขอขอบอาจารย์ ดร.รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการทดลองครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Nigam, P., Armour, G., Banat, I. M., Singh, D., and Marchant, R. 2000. Physical removal of textile effluents and solid-state fermentation of dye-adsorbed agricultural residues. *Bioresource Technology*. 72:219-226.
- [2] Lin, S. H., and Lai, C. L. 1999. Catalytic oxidation of dye wastewater by metal oxide catalyst and granular activated carbon. *Environment International*.
- [3] Murat Ertas, Bilal Acemioglu, M. Hakki Almaa and Mustafa Ustac. 2010. Removal of methylene blue from cotton waste and cotton dust. *Journal of Hazardous Materials*. 183:421-427.
- [4] ขยาภาส ทับทอง. 2550. การกำจัดไอออนแคดเมียมจากน้ำเสียด้วยตะกอนจุลินทรีย์. วารสารวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมไทย, ปีที่ 20, ฉบับที่ 1, หน้า 25-37
- [5] จันทนา ไพรบูรณ์ โศรดากรณ์ พิมลา มัทรียา แหะเหย็บ และอนงค์ จีรภัท. 2012. การดูดซับสีย้อมเบสิกด้วยสาหร่ายสีเขียว *Spirogyra sp.* ภาควิชาชีววิทยา ประมง คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [6] เทียมชัย บัวลอย และคณะ. 2552. การดูดซับตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ถ่านกัมมันต์มูลโค ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- [7] Rawin Suttanan and Kowit Piyamongkala. 2008. Kinetics and Thermodynamics Of Adsorption Methylene Blue by Groundnut Shell.
- [8] Yassitepea, E. H.C. Yatmazb, C. O ztu rkc, K.O ztu rka and C. Durana. 2008. Photocatalytic efficiency of ZnO plates in degradation of azo dyesolutions. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*. 198:1-6

การประยุกต์ใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการปลูกข้าว ในสภาวะปกติและสภาวะเค็ม

The application of *Trichoderma* spp. in rice growing with normal and salted condition

สมเกียรติ อ่อนจรัส¹ พรชนก ชโลปกรณ์² และ พงศธร กล่อมสกุล^{1*}
Somkeait Onjamrad¹ Pornchanok Chalopakorn² and Pongsthorn Klomsakul^{1*}

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

²สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

¹Department of Biology faculty of Science and Technology Phranakhon Rajabhat University

²Department of Chemistry faculty of Science and Technology Phranakhon Rajabhat University

*Corresponding author: Kpongsathorn_bot@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการส่งเสริมให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตในสภาวะปกติ โดยการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาแบบสดปริมาณ 1, 5 และ 10 กรัม พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ปริมาณ 1 กรัม สามารถกระตุ้นให้เมล็ดข้าวมีอัตราการงอก และต้นกล้าข้าวมีความสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการศึกษาอิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะเค็ม (ค่าการนำไฟฟ้าที่ 3 dS/m) โดยเลือกใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มา 2 ปริมาณคือ 1 และ 5 กรัม พบว่า เชื้อราไตรโคเดอร์มา ไม่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมให้เมล็ดข้าวงอกและเจริญเติบโตในสภาวะเค็มได้ เนื่องจากเมล็ดข้าวมีอัตราการงอกต่ำ การเติบโตช้า ต้นข้าวมีสีออกเหลือง และต้นข้าวเตี้ย อย่างไรก็ตามการใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ปริมาณดังกล่าวในสภาวะปกติ สามารถกระตุ้นให้ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านรากของต้นกล้าข้าว

คำสำคัญ : ข้าว เชื้อราไตรโคเดอร์มา สภาวะเค็ม

Abstract

The efficiency study of *Trichoderma* spp. on rice growth and development enhancing in normal condition by using 1, 5 and 10 g of fresh *Trichoderma* spp. sample showed that 1 g of *Trichoderma* spp. has the ability to improve rice seed germination rate and high of rice seedling significantly. Furthermore, the efficiency study of *Trichoderma* spp. on germination and growth of rice seedling was done in salt condition (3 dS/m conductivity). Two quantities of *Trichoderma* spp.; 1 and 5 were selected for use in the experiment. The result didn't show the capability of *Trichoderma* spp. on germination inducing and growth and development improving of rice seedling in salt condition because low seed germination rate, slow growth and development, yellow leaves and dwarf seedling were observe. However, the selected quantities of *Trichoderma* spp. could enhance growth and development of rice seedling especially on root length in normal condition.

Keywords : rice, *Trichoderma* spp., salted condition

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชประเภทหญ้าที่มีความสำคัญต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ทุกวันนี้คนเอเชียประมาณ 3,000 ล้านคน บริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ข้าวจึงนับว่ามีความสำคัญและมีคุณประโยชน์ต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของมนุษย์นับแต่อดีตถึงปัจจุบัน ข้าวนอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารหลักประจำวันของประชาชนแล้วยังใช้ทำเป็นอาหารหวานชนิดต่าง ๆ นอกจากนี้ ส่วนต่างๆ ของข้าวก็มีประโยชน์มากมาย เช่น รำข้าว ใช้เป็นอาหารสัตว์ น้ำมันรำข้าว ทำลิปสติก ทำแว็กซ์ ยาทาผิว โลชั่นทาผิว ฟางข้าว ใช้ทำปุ๋ย ปลูกเห็ด ทำของเล่น ของใช้ กระดาษ แกลบหรือขี้เถ้า สามารถทำเป็นถ่านกัมมันต์หรือถ่านดูดกลิ่น นำมาผสมเป็นยาฆ่าตโรค ผสมทำเครื่องปั้นดินเผา เมล็ดข้าวนำมาทำเป็นเครื่องประดับ น้ำข้าวใช้เป็นยาบรรเทาอาการร้อน ระบายน้ำ อาเจียนเป็นเลือด ตาแดง เลือดกำเดา อหิวาตกโรค อาหารไม่ย่อยและแก๊ส และข้าวยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของไทย เชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ของคนไทย เป็นทั้งอาหารหลักและแหล่งที่มาของเงินตราต่างประเทศ [1] ซึ่งปริมาณการส่งออกข้าวที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยตลอด แต่กลับพบว่าประเทศไทยประสบปัญหาด้านความสามารถในการผลิตข้าวที่มีคุณภาพ หนึ่งในเหตุผลสำคัญดังกล่าวคือ ปัญหาเรื่องพื้นที่ในการเพาะปลูกไม่มีความเหมาะสม การขยายพื้นที่ในการเพาะปลูกของประเทศไปยังพื้นที่ซึ่งมีศักยภาพต่ำ ส่งผลทำให้ปริมาณและคุณภาพของข้าวลดน้อยลงด้วย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเพาะปลูกข้าวเป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามพื้นที่ส่วนมากประสบกับปัญหาดินเค็ม จึงมีความพยายามในการปรับปรุงพันธุ์พืช ตลอดจนหาวิธีการต่างๆ เพื่อช่วยให้พืชสามารถทนทาน และปรับตัวอยู่ได้ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมดังกล่าว เพื่อให้ได้ผลผลิตข้าวตามที่ต้องการ ซึ่งยังคงเป็นปัญหาหลักมาจนถึงปัจจุบัน [2]

เชื้อราไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) เป็นเชื้อราชั้นสูงที่ดำรงชีวิตอยู่ในดิน อาศัยเศษซากพืช ซากสัตว์และอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งอาหาร เจริญได้รวดเร็วบนอาหารเลี้ยงเชื้อราหลายชนิด สร้างเส้นใยสีขาวและผลิตส่วนขยายพันธุ์ที่เรียกว่า “โคนิเดีย” หรือ “สปอร์” จำนวนมากรวมเป็นกลุ่มหนาแน่นจนเห็นเป็นสีเขียว [3] เชื้อราไตรโคเดอร์มาเป็นศัตรู (ปฏิปักษ์) ต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิดโดยวิธีการเบียดเบียน หรือเป็นปรสิต และแข่งขันหรือแย่งใช้อาหารที่เชื้อโรคต้องการ [4, 5, 6] นอกจากนี้เชื้อราไตรโคเดอร์มายังสามารถผลิตปฏิชีวนสาร

และสารพิษ ตลอดจนน้ำย่อยหรือเอนไซม์สำหรับช่วยละลายผนังเส้นใยของเชื้อโรคพืช คุณสมบัติพิเศษของเชื้อราไตรโคเดอร์มาคือ สามารถช่วยละลายแร่ธาตุให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช จึงช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและชักนำให้ต้นพืชมีความต้านทานต่อเชื้อโรคพืชทั้งเชื้อราและแบคทีเรียสาเหตุโรค [7, 8]

เนื่องจากเชื้อราไตรโคเดอร์มามีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ [9, 10] นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Laxmi *et al.* (2011) พบว่า การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสายพันธุ์ทนเค็ม ร่วมกับการปลูกข้าวสาลีส่งผลช่วยให้ข้าวสาลีมีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาวะเค็มได้ดียิ่งขึ้นในการศึกษารังนี้ จึงได้นำเชื้อราไตรโคเดอร์มาประยุกต์ใช้ในการปลูกข้าวเพื่อ ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อราไตรโคเดอร์มาในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ปลูกเปรียบเทียบในสภาวะปกติและสภาวะเค็ม

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ตัวอย่างพืชทดลอง

ข้าวหอมมะลิ 105 ฤดูการเก็บเกี่ยว 2/2555 จากจังหวัดกาฬสินธุ์

เชื้อรา *Trichoderma* spp. ชนิดสด ซึ่งเจริญอยู่บนข้าวสาลี จากกรมวิชาการเกษตร

การศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา ไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าว

1. ชั่งเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 กรัม แล้วใส่ไว้ในจานเพาะ ทั้งหมด 12 จาน

2. ชั่งน้ำหนักเชื้อราไตรโคเดอร์มาตามที่กำหนดคือ 1, 5 และ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิเมตรที่อยู่ในขวดเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ จากนั้นนำไปละลายต่อด้วยเครื่อง ultrasonicator เป็นเวลา 20 นาที

3. จากนั้นกรองเอาเนื้อข้าวสาลีออกจากน้ำเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ละลายเสร็จแล้ว นำเมล็ดข้าวที่ทำการชั่งแล้วมาแช่ในน้ำเชื้อราไตรโคเดอร์มา ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง

4. คัดเลือกเมล็ดข้าวที่แช่เชื้อราไตรโคเดอร์มาออกมา 50 เมล็ด แล้วทำการปลูกลงถาดพลาสติกใสที่มีทรายอยู่ โดยทำชุดการทดลองละ 3 ชุด

5. สังเกตและเก็บผลการทดลอง โดยการนับจำนวนต้นที่งอก และวัดความสูงของต้น

เปรียบเทียบอิทธิพลของเชื้อรา ไตรโคเดอร์มา (Trichoderma spp.) ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าว ในสภาวะปกติ และสภาวะเค็ม

1. ชั่งเมล็ดพันธุ์ข้าว 5 กรัม แล้วใส่ไว้ในจานเพาะทั้งหมด 12 จาน
2. ชั่งน้ำหนักเชื้อราไตรโคเดอร์มาตามที่กำหนดคือ 1 และ 5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิเมตร ที่อยู่ในขวดเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ จากนั้นนำไปละลายต่อด้วยเครื่อง ultrasonicator เป็นเวลา 20 นาที
3. จากนั้นกรองเอาเนื้อข้าวสาลีออกจากน้ำเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่ละลายเสร็จแล้ว นำเมล็ดข้าวที่ทำการชั่งแล้วมาแช่ในน้ำเชื้อราไตรโคเดอร์มา ปริมาตร 30 มิลลิลิตร ทั้งไว้ 48 ชั่วโมง
4. กำหนดความเค็มที่ใช้คือ เกลือ 2 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยมีค่าการนำไฟฟ้าที่ 3 dS/m
5. คัดเลือกเมล็ดข้าวที่แช่เชื้อราไตรโคเดอร์มาออกมา 50 เมล็ด แล้วทำการปลูกลงถาดพลาสติกใสที่มีทรายอยู่ โดยทำชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ
6. รดน้ำเกลือลงในในชุดทดลองที่กำหนด โดยอย่าให้น้ำล้นถาดพลาสติกออกมา ส่วนในชุดการทดลองที่ปลูกในสภาวะปกติให้รดด้วยน้ำเปล่า
7. บันทึกผลการทดลองโดยการนับจำนวนต้นที่งอก วัดความสูงของต้นข้าว และในสัปดาห์สุดท้ายทำการวัดความยาวราก น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ของต้นและราก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองข้างต้นจะนำมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SPSS ที่ระดับความน่าเชื่อถือทางสถิติ 95 เปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance (ANOVA))
2. Least significant difference (LSD)
3. Duncan multiple range test (DMRT)

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การศึกษาอิทธิพลของเชื้อรา ไตรโคเดอร์มา (Trichoderma spp.) ที่มีผลต่อการงอก และการเจริญเติบโตของข้าว

อัตราการงอกของเมล็ดข้าว

หลังจากทำการเพาะเมล็ดข้าวเป็นเวลา 3 วัน เมล็ดข้าวในชุดควบคุม (c) ซึ่งแช่น้ำกลั่นก่อนนำมาทำการเพาะเมล็ด และเมล็ดข้าวที่แช่ในเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กรัม (t1) ก่อนนำมาเพาะเมล็ด เริ่มงอกรากออกมาในขณะที่เมล็ดข้าวที่แช่ในเชื้อราไตรโคเดอร์มา 5 และ 10 กรัม (t5 และ t10 ตามลำดับ) ก่อนนำมาเพาะ พบว่าเมล็ดไม่มีกรงอก แต่เมื่อเวลาผ่านไป 5 และ 7 วัน พบว่าเมล็ดข้าวในทุกชุดการทดลองงอกได้ทั้งหมด แต่ในชุดการทดลอง t1 มีอัตราการงอกสูงสุดในขณะที่เมล็ดในชุดการทดลอง t10 อัตราการงอกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากเพาะเมล็ดเป็นเวลา 9 วัน พบว่าเมล็ดข้าวในชุดการทดลอง t1 มีอัตราการงอกสูงสุด คือ 96.00% แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม และ t5 (90.67 และ 98.00% ตามลำดับ) ในขณะที่เมล็ดข้าวในชุด t10 มีอัตราการงอกต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ (20.67%) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราการงอกของต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะปกติ

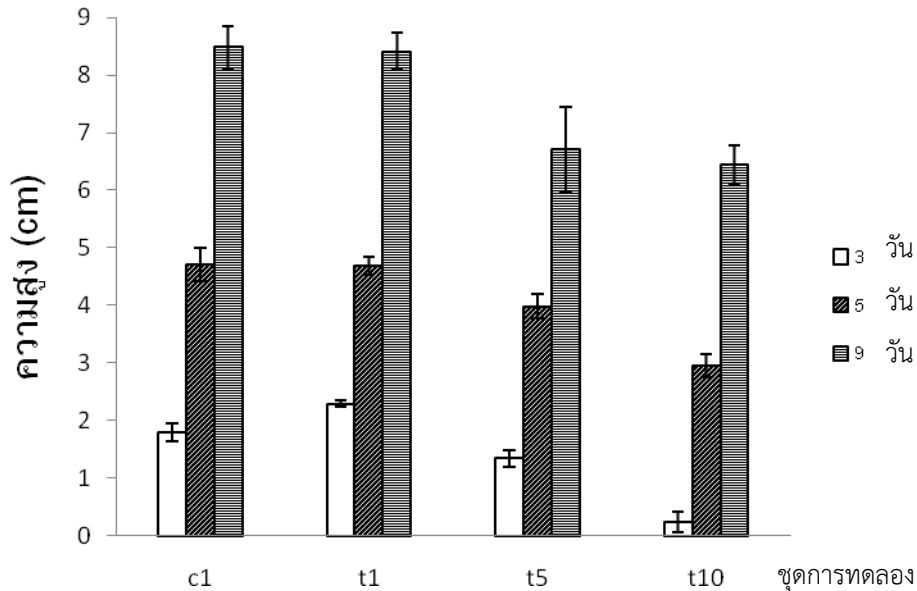
ระยะเวลา (วัน)	อัตราการงอกของต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะปกติ (%) (mean±sd)			
	3	5	7	9
ชุดการทดลอง				
c	4.00 ± 2.00 ^A	28.67 ± 6.03 ^A	70.67 ± 7.02 ^A	90.67 ± 4.62 ^A
t1	2.67 ± 1.15 ^A	33.33 ± 3.06 ^A	72.67 ± 5.77 ^A	96.00 ± 2.00 ^A
t5	0.00 ± 0.00 ^B	21.67 ± 1.53 ^B	55.33 ± 4.16 ^B	88.00 ± 12.17 ^A
t10	0.00 ± 0.00 ^B	7.67 ± 1.53 ^C	11.33 ± 2.31 ^C	20.67 ± 5.77 ^C

ABC.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05)

ความสูงของต้นกล้าข้าว

ภายหลังจากที่เมล็ดข้าวงอกเป็นระยะเวลา 3 5 และ 9 วัน ทำการเปรียบเทียบความสูงของต้นกล้าข้าว พบว่าต้นกล้าข้าวชุดควบคุม และ t1 มีการเจริญเติบโต

ด้านความสูงใกล้เคียงกัน (8.48 และ 8.41 cm ตามลำดับ) ซึ่งมีความสูงมากกว่า t5 และ t10 (6.71 และ 6.45 cm ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ความสูงของต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะปกติ (mean±sd)

จากอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในสภาวะปกติ ซึ่งมีการประยุกต์ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในปริมาณต่างๆ กันก่อนทำการเพาะเมล็ด พบว่าปริมาณเชื้อราที่ไม่มากนัก (1 กรัม) ส่งผลกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ด และต้นกล้าได้ ในขณะที่การใช้เชื้อราในปริมาณมากขึ้น (5 และ 10 กรัม) มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชาย ชคตระการ, 2553 ที่พบว่าการใช้เชื้อราเพื่อกระตุ้นการงอกและการเจริญเติบโตของค่น้ำในปริมาณที่มากเกินไปมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นค่น้ำได้ แต่หากใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะมีผลตรงกันข้าม กล่าวคือช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หรือชักนำให้พืชเกิดความทนทานต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้นอกจากนี้การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่เป็นโรคเมล็ดด้าวในสารละลายสปอร์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ส่งผลทำให้มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคเมล็ดด้าวและช่วยเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดข้าวได้ [10]

เปรียบเทียบอิทธิพลของเชื้อรา ไตรโคเดอร์มา (*Trichoderma* spp.) ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าว ในสภาวะปกติ และสภาวะเค็ม อัตราการงอก

อัตราการงอกของเมล็ดข้าวชุดควบคุมที่ปลูกในสภาวะเค็ม (C2) น้อยกว่าชุดควบคุมที่ปลูกในสภาวะปกติ (C1) อย่างไม่มีนัยสำคัญ หลังจากทำการเพาะเมล็ดเป็นเวลา 12 วัน ในขณะที่เมล็ดที่แช่เชื้อราไตรโคเดอร์มาปริมาณ 1 และ 5 กรัมก่อนทำการเพาะเมล็ดที่ปลูกในสภาวะปกติ (T1C และ T5C) มีอัตราการงอก 90 และ 94 % ตามลำดับ ซึ่งมีความมากกว่าอัตราการงอกของชุดการทดลองอื่นๆ

เมล็ดที่ทำการแช่เชื้อราไตรโคเดอร์มา 5 กรัม และปลูกในสภาวะเค็ม (T5) มีอัตราการงอกสูงกว่าเมล็ดที่แช่ในเชื้อราไตรโคเดอร์มา 1 กรัม (T1) และเมล็ดที่ไม่แช่เชื้อรา (C2) แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดที่แช่เชื้อราก่อนทำการเพาะเมล็ดมีอัตราการงอกช้ามากในช่วงเริ่มต้น (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 อัตราการงอกของต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะเค็ม

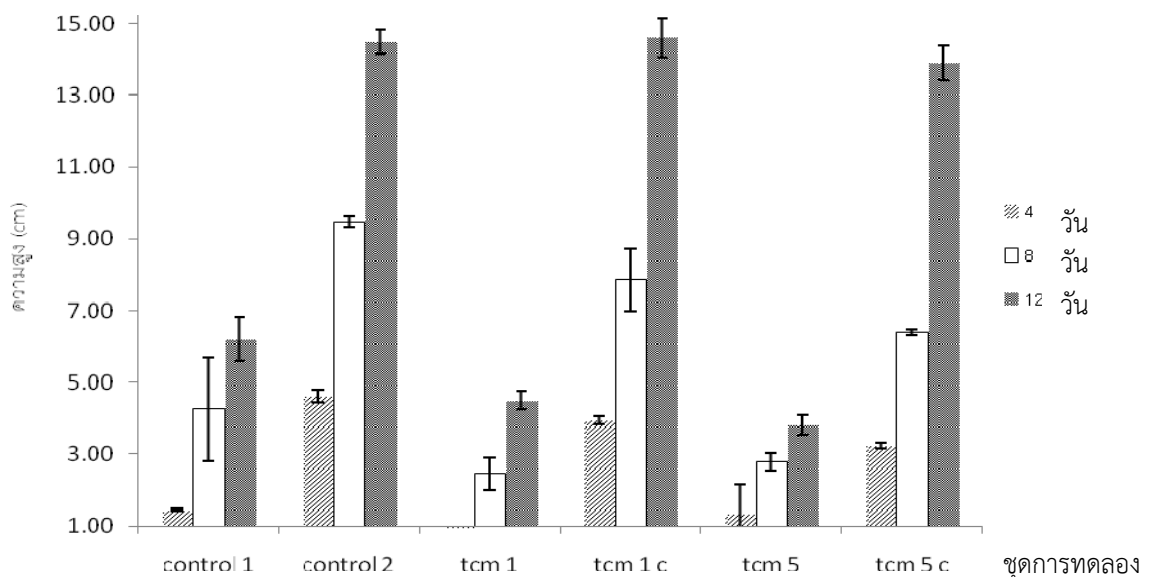
ชุดการทดลอง ระยะเวลา (วัน)	อัตราการงอกของต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะเค็ม (%) (mean±sd)			
	2	4	8	12
C1	6.00 ± 5.29 ^B	23.33 ± 15.01 ^{AB}	50.00 ± 10.58 ^B	60.00 ± 2.00 ^B
C2	16.67 ± 6.11 ^A	34.00 ± 10.39 ^A	64.00 ± 5.29 ^B	77.33 ± 3.06 ^{AB}
T1	1.33 ± 1.15 ^B	6.00 ± 5.29 ^B	27.33 ± 17.01 ^C	57.33 ± 26.63 ^B
T1c	4.00 ± 4.00 ^B	28.67 ± 12.06 ^{AB}	88.00 ± 12.49 ^A	90.00 ± 9.17 ^{AB}
T5	0.00 ± 0.00 ^B	19.33 ± 15.28 ^{AB}	52.00 ± 10.58 ^B	71.33 ± 30.62 ^{AB}
T5c	0.00 ± 0.00 ^B	30.67 ± 17.47 ^{AB}	92.00 ± 7.21 ^A	94.00 ± 4.00 ^A

ABC.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05)

ความสูง

เชื้อราไตรโคเดอร์มามีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชทางด้านความสูง เนื่องจากพบว่าหากใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในปริมาณมาก จะส่งผลทำให้ความสูง

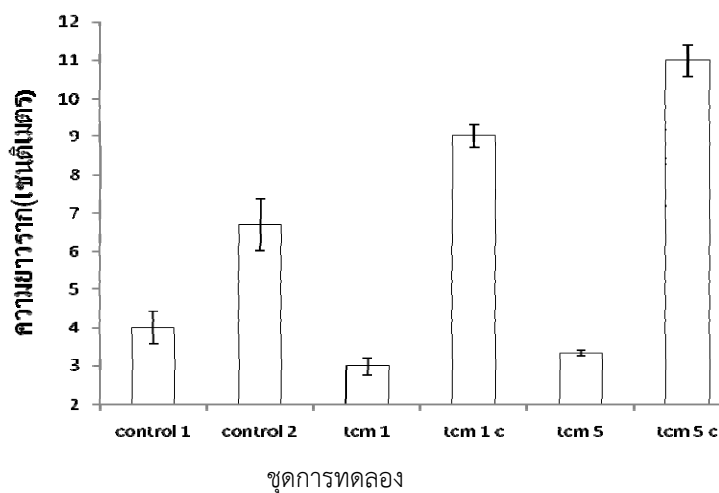
ของต้นกล้าข้าวลดลง เมื่อปลูกในสภาวะเค็ม แต่ส่งผลเพียงเล็กน้อยเมื่อปลูกในสภาวะปกติ อย่างไรก็ตามความสูงของต้นกล้าข้าวที่แช่ในเชื้อราความเข้มข้นสูงจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นช้ากว่าชุดควบคุม (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ความสูงของต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะปกติ และสภาวะเค็ม (mean±sd)

ความยาวราก
รากของต้นกล้าข้าวที่แช่ด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาเมื่อื่อนำมาปลูกในสภาวะปกติมีความยาวมากขึ้นเมื่อเพิ่ม

ความเข้มข้นของเชื้อราให้มากยิ่งขึ้น แต่หากปลูกในสภาวะเค็มกลับให้ผลตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ความยาวของรากต้นข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะปกติ และสภาวะเค็ม (mean±sd)

น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าว

น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้น และรากของต้นกล้าข้าวที่ทำการแช่เมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มาก่อนทำการเพาะเมล็ด เมื่อปลูกภายใต้สภาวะเค็มมีค่าน้อยกว่าชุดควบคุมที่ปลูกในสภาวะเค็ม และต้นกล้าข้าวที่ปลูกในสภาวะปกติ

ในขณะที่น้ำหนักสดและ น้ำหนักแห้งของรากที่แช่เมล็ดด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา 5 กรัม เมื่อปลูกในสภาวะปกติ (T5C) มีค่าสูงสุด (25.2 mg) และน้ำหนักแห้งของรากในชุดการทดลองที่แช่เมล็ดก่อนทำการเพาะด้วยเชื้อราไตรโคเดอร์มา มีแนวโน้มที่สูงกว่าชุดควบคุมเมื่อปลูกในสภาวะปกติ แต่หากปลูกในสภาวะเค็มกลับไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าว (mean±sd)

ชุดการทดลอง	น้ำหนักสดต้น (มิลลิกรัม)	น้ำหนักสดราก (มิลลิกรัม)	น้ำหนักแห้งต้น (มิลลิกรัม)	น้ำหนักแห้งราก (มิลลิกรัม)
C 1	28.5 ± 1.7 ^C	24.9 ± 2.0 ^A	6.4 ± 0.4 ^C	6.1 ± 0.8 ^{BC}
C 2	46.3 ± 1.1 ^A	25.1 ± 3.1 ^A	10.7 ± 1.0 ^A	9.0 ± 0.7 ^{AB}
T 1	16.5 ± 0.0 ^D	10.8 ± 0.3 ^B	4.9 ± 0.3 ^D	5.0 ± 0.3 ^C
T 1 c	38.4 ± 2.4 ^B	17.5 ± 3.8 ^B	9.4 ± 0.4 ^B	8.0 ± 1.1 ^{ABC}
T 5	15.1 ± 1.4 ^D	11.1 ± 1.1 ^B	4.9 ± 0.5 ^D	5.5 ± 1.3 ^C
T 5 c	34.8 ± 2.1 ^B	25.2 ± 4.3 ^A	9.0 ± 0.2 ^B	10.8 ± 3.0 ^A

ABC.... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่ที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05)

ซึ่งจากผลการวิจัยข้างต้นให้ผลตรงข้ามกับผลการวิจัยของ Laxmi et al. [11] ที่พบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถชักนำให้ต้นกล้าข้าวสาธิตทนต่อสภาวะเค็มได้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการเลือกใช้สายพันธุ์ของเชื้อราไตรโคเดอร์มา ซึ่งในการทดลองของ Laxmi et al. [11] ใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสายพันธุ์ทนเค็ม ในขณะที่ในงานวิจัยนี้ทดสอบโดยใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาสายพันธุ์ปกติ ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้การประยุกต์ใช้ยังต้องคำนึงถึงตัวอย่างของพืชที่ใช้ทดสอบและสภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อโดยตรงอีกด้วย

4. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาที่มีผลต่อการงอก และการเจริญเติบโตของข้าว มีข้อสรุปดังนี้คือ 1. ในสภาวะปกติ การแช่เมล็ดพันธุ์ข้าวในเชื้อราไตรโคเดอร์มาปริมาณที่เหมาะสม (1 กรัม) สามารถชักนำการงอก และกระตุ้นการเจริญเติบโตของเมล็ด และต้นกล้าข้าวได้โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของรากต้นกล้าข้าว

2. ภายใต้สภาวะเค็ม เชื้อราไตรโคเดอร์มาทุกปริมาณที่ทำการทดสอบ (5 กรัม และ 10 กรัม) ไม่สามารถชักนำให้เมล็ดข้าวมีอัตราการงอกที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนไม่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของเมล็ด และต้นกล้าข้าวได้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิชัย ศรีคำ. 2524. ข้าว ถิ่นกำเนิดของข้าว. ตำราวิชาการ. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 156-157.
- [2] สำเร็จ แซ่ตัน. 2532. ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการทนเค็มจากข้าวไร่ 7 สายพันธุ์. คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [3] ลาวัลย์ วีระพงษ์, แสงมณี ชิงดวง และสุภาภา ดิสถาพร. 2540. เอกสารวิชาการเชื้อราไตรโคเดอร์มา. กรมส่งเสริมการเกษตร และกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [4] จิตนา ชะนะ สุธา วรณารักษ์ และ จิระเดช แจ่มสว่าง. 2535. ผงเชื้อราไตรโคเดอร์มา ผลิตภัณฑ์คลุกเมล็ดที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมโรคต้น

แห้ง ของ ข้าว บาร์เลย์. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- [5] สายทอง แก้วฉาย. 2555. การใช้เชื้อราไตรโคเดอร์มาในการควบคุมโรคพืช. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 4(3): 108-123.
- [6] Grondona I., R. Hermosa, M. Tejada, M. D. Gomis, P. F. Mateos, P. D. Bridge, E. Monte and I. Garcia-Acha. 1997. Physiological and biochemical characterization of *Trichoderma harzianum*, a biocontrol agent soilborne fungal plant pathogens. Appl. Environ. Microbiol. 63: 3189-3198.
- [7] ชมพูนุท บุญราชแขวง. 2550. อิทธิพลของสารทุติยภูมิจากเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* และการควบคุมโรคแอนแทรคโนสของพริก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [8] Bigirimana J., G. De Meyer, J. Poppe, Y. Elad and M. Hofte. 1997. Induction of systemic resistance on bean (*Phaseolus vulgaris*) by *Trichoderma harzianum*. Med. Fac. Landbouw. 62: 1001-1007.
- [9] สรวินัญ เวงเกียรติ. 2551. อิทธิพลของเชื้อราไตรโคเดอร์มาต่อการเจริญเติบโตและการครอบครองรากของต้นกล้าข้าวที่มาจากเมล็ดพันธุ์ข้าวซึ่งแสดงอาการโรคเมล็ดต่าง. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. นครศรีธรรมราช.
- [10] สมชาย ชดตระกูล. 2553. การใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากใบไม้ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของค่าน้ำภายใต้สภาพโรงเรือนและแปลงปลูกพืช. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- [11] Laxmi R., Y. Singh. and N. Shukla 2011. Alleviation of the adverse effects of salinity stress in wheat (*Triticum aestivum*) by seed biopriming with salinity tolerant isolates of *Trichoderma harzianum*. Plant and Soil. 347: 387-400

ผลของเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวต่อคุณภาพโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศ The effect of rice bran oil shortening on qualities of doughnut cake from sweet potato flour

นิติกัญจน์ ผดุงภักดิ์ และ สุชาดา ไม้สนธิ
Nitikan Padungpuk and Suchada Maisont

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวต่อคุณภาพโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศ โดยทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 และนำมาวิเคราะห์คุณภาพส่วนผสมของโดนัทเค้กก่อนอบ (batter) คุณภาพทางเคมีกายภาพ และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่าความคงตัวของอิมัลชัน และค่าความถ่วงจำเพาะส่วนผสมก่อนอบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ปริมาตรของส่วนผสมรวมเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 6-8 มิลลิลิตร ต่อระดับร้อยละที่ทดแทน ทำให้จำนวนชิ้นของโดนัทเค้กเพิ่มมากขึ้นเฉลี่ย 1-2 ชิ้นต่อระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว คุณภาพผลิตภัณฑ์พบว่า ค่าสี L^* a^* b^* และปริมาตรจำเพาะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยโดนัทเค้กจะมีสีเหลืองออกส้มซึ่งเป็นสีของแป้งมันเทศ ด้านความยืดหยุ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และความแน่นเนื้อลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่าเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน คະแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นรสอยู่ในช่วงความชอบปานกลางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของโดนัทเค้กเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการทดแทน และโดนัทเค้กที่ใช้เนยขาวจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับมากที่สุด โดยโดนัทสูตรนี้มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 21.24 3.79 11.76 0.62 3.39 และ 78.67 ตามลำดับ ค่าสี L^* a^* b^* 50.43 17.08 24.36 ตามลำดับ และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ทดสอบการยอมรับกับผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับต่อโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศถึงร้อยละ 95

คำสำคัญ : มันเทศ เนยขาวจากน้ำมันรำข้าว โดนัท ไขมันทรานส์ ผลิตภัณฑ์ปราศจากกลูเตน

Abstract

The objective of this research was to study the effect of rice bran oil shortening on qualities of doughnut cake from sweet potato flour. The batter was substituted by rice bran oil shortening at the percentages of 0 25 50 75 and 100. The physicochemical properties of batter of doughnut cake were measured and the sensory evaluation of doughnut cake was also evaluated. The result found that emulsion stabilities and specific gravity of the batter were not significantly different ($p>0.05$). The batter volume was increased of 6-8 ml in average per the substitution level resulting in an increasing of 1-2 pieces of the doughnut cake in average per the substitution level of shortening by rice bran oil shortening. The quality of doughnut cake showed that L^* a^* b^* and specific volume were not significantly different ($p>0.05$). The doughnut cake presented in a yellow to orange color which was a color of sweet potato flour. The springiness of doughnut cakes was trend to increases whereas the firmness of those cake was significantly decreased ($p\leq 0.05$) with a substituted of shortening by rice bran oil shortening. The sensory evaluation found that when the substitutions were increased, the sensory scores in appearance

color and flavor of doughnut cake were not significantly different with moderately like scores ($p>0.05$). The scores of texture properties and over all liking were increased when the substitutions were increased. The doughnut cake with the substitutions of shortening by rice bran oil shortening at the percentage of 100 was present the highest sensory scores. The moisture, protein, fat, fiber, ash and carbohydrate contents of this doughnut cake were 21.24, 3-79, 11.76, 0.62, 3.39 and 78.67%, respectively, and $L^* a^* b^*$ of this doughnut cake were 50.43, 17.08, 24.36, respectively. The consumer acceptor evaluation found that the consumer accepted the doughnut cake from sweet potato flour up to 95%

Keywords: Sweet potato, Rice bran oil shortening, Doughnut, Trans fat, Gluten free products

1. บทนำ

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ มีส่วนผสมหลักคือแป้ง ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรต แป้งที่นิยมใช้ คือ แป้งสาลี แป้งข้าวโพด และอาจผสมแป้งอื่นๆ ส่วนผสมสำคัญแยกได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนที่ทำให้ขนมขึ้นฟูกับส่วนที่ใช้เป็นสารปรุงแต่งให้ขนมอร่อยและมีลักษณะปรากฏที่น่ารับประทานเช่น ยีสต์ และ ผงฟู ส่วนน้ำตาล เกลือ ช่วยให้ขนมมีรสอร่อยและมีกลิ่นหอม [1] ไขมันช่วยให้ขนมนุ่ม ไขมันที่นำมาใช้กันมาก ได้แก่ เนยสด มาการีน และเนยขาว เป็นต้น ไขมันแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป เนยสด ให้กลิ่นรสที่ดีกับผลิตภัณฑ์แต่มีราคาแพง ส่วนมาการีนจะมีกลิ่นเฉพาะตัวค่อนข้างแรงจึงนิยมใช้เนยขาว แต่เนยขาวจะมีส่วนของกรดไขมันชนิดทรานส์ (trans fats) ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคอัลไซเมอร์ โรคกระเพาะบางชนิด โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคหลอดเลือดหัวใจ [2] เนยขาวจากน้ำมันรำข้าวปราศจากกรดไขมันชนิดทรานส์, ไม่มีสารกันหืน, มีกรดไขมันอิ่มตัว (SFA) ไม่เกิน 40% [3] ไม่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนซึ่งกระบวนการนี้ทำให้เกิดกรดไขมันชนิดทรานส์ เนยขาวจากน้ำมันรำข้าวมีสารที่มีประโยชน์ คือ สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติสูงสารออริซานอล, ไฟโตสเตอรอล และ วิตามิน E เป็นต้น

โดนัทเค้กเป็นขนมที่รับประทานได้ง่ายลักษณะที่สำคัญคือ มีความนุ่ม มีกลิ่นหอม มีขนาดรูปร่างตามพิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูป ความแปลกใหม่ของวัตถุดิบและความหลากหลายของกลิ่นรสเป็นกลยุทธ์ทางการตลาดที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการดึงดูดผู้บริโภคให้มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ และที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน คือ อาหารที่บริโภคแล้วไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค โดยผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กทั่วไปจะผลิตจากแป้งสาลีเป็นหลัก ซึ่งแป้งสาลีนั้นจะต้องมีการนำเข้าจาก

ต่างประเทศทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์มีราคาแพง ไขมันเทศปลูกได้ในช่วงภาคของเมืองไทย ราคาถูก หาซื้อง่าย แต่ในทุกฤดูกาลที่ไขมันเทศเก็บเกี่ยวพร้อมกันจะพบปัญหาการตกต่ำและเน่าเสียเป็นจำนวนมาก จึงควรนำไขมันเทศมาแปรรูปและใช้ประโยชน์ให้กว้างขวางขึ้น

ภาวิณี [4] ได้ทดลองผลิตแป้งจากมันเทศ 4 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์เกษตร พันธุ์ไข่ พันธุ์ต่อเผือก และพันธุ์เทียน และพบว่า แป้งมันเทศที่ได้ปริมาณสารโภชนเภสัช ได้แก่ เบต้าแคโรทีน สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด วิตามินซีในปริมาณสูง โดยเฉพาะการผลิตแป้งแบบไม่ปอกเปลือก จึงนับว่ามันเทศเป็นวัตถุดิบที่มีสารที่ให้ประโยชน์ต่อสุขภาพ ที่มีราคาไม่แพงเหมาะที่จะนำมาผลิตเป็นแป้งทดแทนแป้งสาลี

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำแป้งจากมันเทศมาผลิตโดนัทเค้กแทนการใช้แป้งสาลี และศึกษาการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว วิเคราะห์คุณภาพส่วนผสมของโดนัทเค้กก่อนอบ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภคเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้มันเทศได้อีกทางหนึ่ง

2. วัตถุดิบและวิธีการทดลอง

2.1. การเตรียมแป้งมันเทศและคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

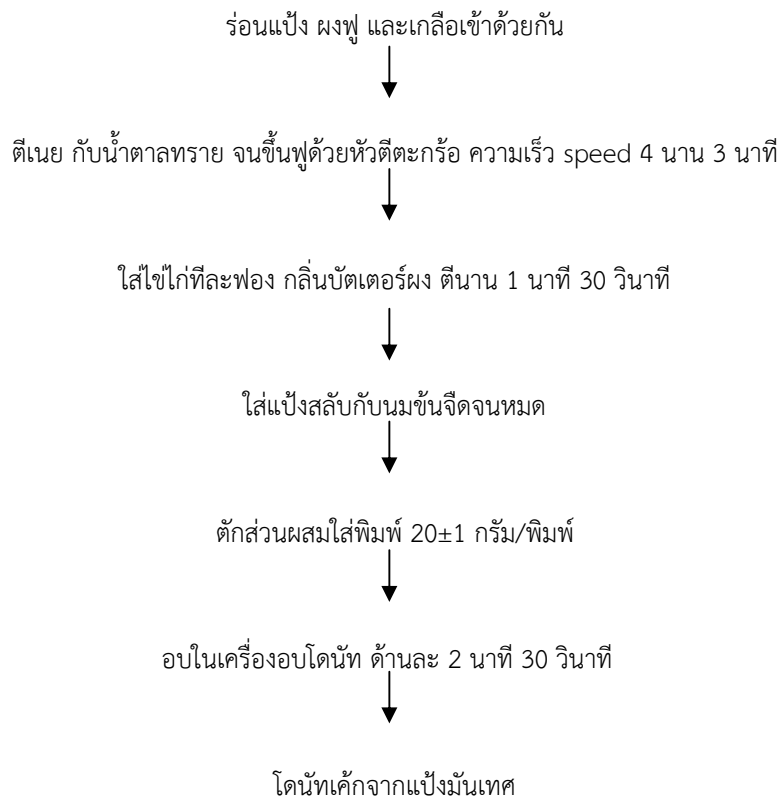
มันเทศพันธุ์ไข่จาก ตลาดไท การเตรียมแป้งมันเทศ : ล้างทำความสะอาดหั่นเป็นแผ่นหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร นำมาแช่สารละลายเมตาโซลไฟต์ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 นาน 2 นาที นำขึ้นสะเด็ดน้ำ และทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 ± 2 °C นาน 8-10 ชั่วโมง นำมาบดละเอียดร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช นำมาวิเคราะห์คุณภาพ

กายภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย
เถ้า (AOAC, 2000) และคาร์โบไฮเดรตด้วยการคำนวณ
วัดค่าสี L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-10)

2.2. ศึกษาปริมาณเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่
เหมาะสมในการทดแทนเนยสดในการผลิตโดนัทเค้ก
ผลิตโดนัทมาตรฐานตามตารางที่ 1 และ
วิธีการผลิตตามภาพที่ 1 ดัดแปลงจากบริษัท วีรสกุลรูป
จำกัด (2555) [5] โดยทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจาก
น้ำมันรำข้าวที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 จากนั้น
วิเคราะห์ความถ่วงจำเพาะ และความคงตัวของอิมัลชัน
(Turabi และคณะ, 2008) คุณภาพทางกายภาพโดยการ
วัดค่าสี L* a* b* ปริมาตรจำเพาะ โดยการแทนที่ด้วย
เมล็ดงา [6] ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความยืดหยุ่น ความ
แน่นเนื้อ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศ

ส่วนผสม (กรัม)	ระดับการทดแทนเนยสดด้วย เนยขาวจากน้ำมันรำข้าว (ร้อยละ)				
	150	75	50	25	0
แป้งมันเทศ	150	150	150	150	150
แป้งข้าวโพด	25	25	25	25	25
ผงฟู	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
เกลือ	2	2	2	2	2
เนยสด	100	75	50	25	0
เนยขาวจาก น้ำมันรำข้าว	0	25	50	75	100
น้ำตาลทราย	120	120	120	120	120
ไข่ไก่ เบอร์ 1	3	3	3	3	3
กลิ่นบัตเตอร์ผง	2	2	2	2	2
นมข้นจืด	100	100	100	100	100



ภาพที่ 1 กรรมวิธีการผลิตโดนัทเค้ก (ดัดแปลงจาก วีรสกุลรูป จำกัด)



ภาพที่ 2 โดนัททดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่ระดับต่างๆ

2.3. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

นำโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศสูตรที่ดีที่สุดที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพจากข้อ 2.2 มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถาม consumer test

2.4. สถิติและวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ นำผลที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DNMRT)

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของแป้งมันเทศ

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางเคมี กายภาพของแป้งมันเทศ

คุณสมบัติ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ปริมาณผลผลิต (yield) ทางเคมี	22.22
ความชื้น	8.56±0.20
โปรตีน	4.78±0.40
ไขมัน	1.66±0.14
เยื่อใย	1.83±0.29
เถ้า	3.00±0.45
คาร์โบไฮเดรต	80.24±0.70
ค่าสี	
L*	84.07±0.05
a*	3.32±0.15
b*	17.48±0.03

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของแป้งมันเทศพันธุ์ไซโซ่ที่ผ่านการทำแห้งโดยวิธีอบลมร้อนได้ผลดัง

แสดงในตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิต (yield) เมื่อนำมันเทศที่มีความชื้นร้อยละ 70.7 จำนวน 1 กิโลกรัม มาอบลมร้อนและบดละเอียดเป็นแป้งมันเทศที่มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 8.56 จะได้แป้งมันเทศ 220 กรัม คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 22.22 แป้งมันเทศมีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียด และมีกลิ่นหอมของมันเทศ สีออกเหลืองส้มมีค่าสี L* a* b* เท่ากับ 84.07, 3.32, 17.48 มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 8.56, 4.78, 1.66, 1.83, 3.00, 80.24 ตามลำดับ

3.2 ผลการศึกษาทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่มีการผลิตโดนัท

คุณภาพส่วนผสม (batter) โดนัทเค้กจากแป้งมันเทศจากการวิเคราะห์ความคงตัวของอิมัลชัน พบว่าทุกระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวมี ความคงตัวของอิมัลชันส่วนผสมโดนัทเค้กไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่จากการสังเกตพบว่าเมื่อเพิ่มระดับของเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว ส่วนผสมจะมีเนื้อเนียนมากยิ่งขึ้นค่าความถ่วงจำเพาะของโดนัท ค่าความถ่วงจำเพาะจะบอกถึงความสามารถในการกักเก็บอากาศ ความเบาตัวหรือการขึ้นฟูของส่วนผสมค่าความถ่วงจำเพาะน้อยคือมีความสามารถในการเก็บอากาศมากทุกระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว ความถ่วงจำเพาะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) จากผลการวัดปริมาตรของส่วนผสมจากการตีส่วนผสมโดนัทเค้กที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวในระดับต่างๆ พบว่า เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนของเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวทำให้ปริมาตรของส่วนผสม เพิ่มมากขึ้นโดยเฉลี่ย 6-8 มิลลิลิตร ต่อระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว ซึ่งแสดงความสามารถในการกักเก็บอากาศได้ดีของเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวจึงส่งผลให้โดนัทเค้กทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวมีจำนวนชิ้นเพิ่มมากขึ้น โดยเฉลี่ย 1-2 ชิ้นต่อระดับการ

ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว เช่น หาก
ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 100
จะทำให้ได้โดนต์เค้กเพิ่มขึ้น 4-5 ชั้นต่อสูตร

ตารางที่ 3 ปริมาตรของส่วนผสมและจำนวนชั้นต่อ
โดนต์เค้กจากแป้งมันเทศใน 1 สูตร

ระดับการทดแทน (ร้อยละ)	ปริมาตรของ	
	ส่วนผสม ทั้งหมด (ml)	จำนวนชั้น / สูตร
0	660	33 - 34
25	666	35 - 36
50	672	36 - 37
75	678	37 - 38
100	685	38 - 39

คุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของ
โดนต์เค้กจากแป้งมันเทศ

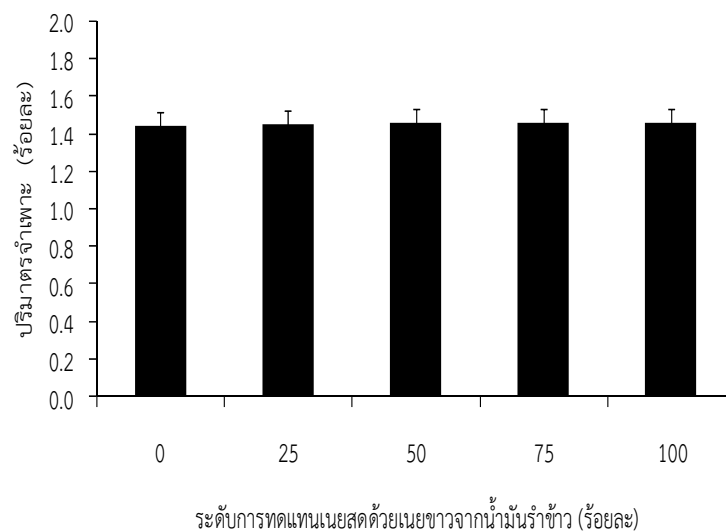
จากการวัดค่าสี L* a* และ b* ของโดนต์เค้กจาก
แป้งมันเทศที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่
ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 พบว่า ไม่มีความแตกต่าง
กันทางสถิติ (p>0.05) โดยค่าสี L* อยู่ระหว่าง 50.40-

50.43 ค่าสี a* มีค่าอยู่ระหว่าง 17.04-17.09 และค่าสี
b* มีค่าอยู่ระหว่าง 24.34-24.36 ตามลำดับ โดยโดนต์
เค้กที่ได้จะมีสีเหลืองออกส้มซึ่งเป็นสีธรรมชาติของแป้งมัน
เทศ และจะเข้มขึ้นอีกเล็กน้อยเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้
ให้เกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ หรือ
maillard reaction ส่งผลให้โดนต์เค้กที่ได้นั้นมีสีน้ำตาล

ตารางที่ 4 ค่าสีของโดนต์เค้กจากแป้งมันเทศ

ระดับการ ทดแทน	ค่าสี ^{ns}		
	L*	a*	b*
0	50.40±0.10	17.04±0.04	24.35±0.10
25	50.43±0.30	17.01±0.36	24.34±0.36
50	50.43±0.20	17.04±0.37	24.34±0.07
75	50.40±0.34	17.09±0.35	24.37±0.10
100	50.43±0.15	17.08±0.21	24.36±0.10

จากการวัดปริมาตรจำเพาะของโดนต์เค้กจากแป้ง
มันที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่ร้อยละ
0 25 50 75 และ 100 ซึ่งวัดโดยการใช้น้ำที่ด้วย
เมล็ดงา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)
เนื่องจากเครื่องอบโดนต์เค้กมีขนาดของพิมพ์เท่ากัน ใส่
ส่วนผสม 20 กรัมต่อพิมพ์ ทำให้ปริมาตรจำเพาะของ
โดนต์เค้กในแต่ละพิมพ์ขยายได้เท่ากัน โดยน้ำหนักหลัง
อบเท่ากันเฉลี่ยจะอยู่ระหว่าง 17-19 กรัมต่อชิ้น



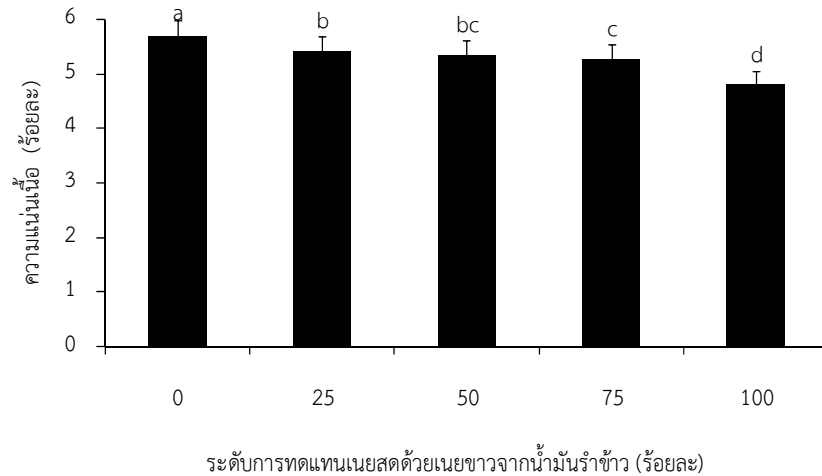
ภาพที่ 3 ปริมาตรจำเพาะของโดนต์เค้กจากแป้งมันเทศ

จากผลการวัดความยืดหยุ่น (springiness) ของ
โดนต์เค้กแสดงในภาพที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ
47.58 48.53 49.40 49.44 และ 50.18 ตามลำดับ โดย
ความยืดหยุ่นของโดนต์เค้กจะแสดงถึงความสามารถใน
การคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมเมื่อมีการถอนแรงกดออก

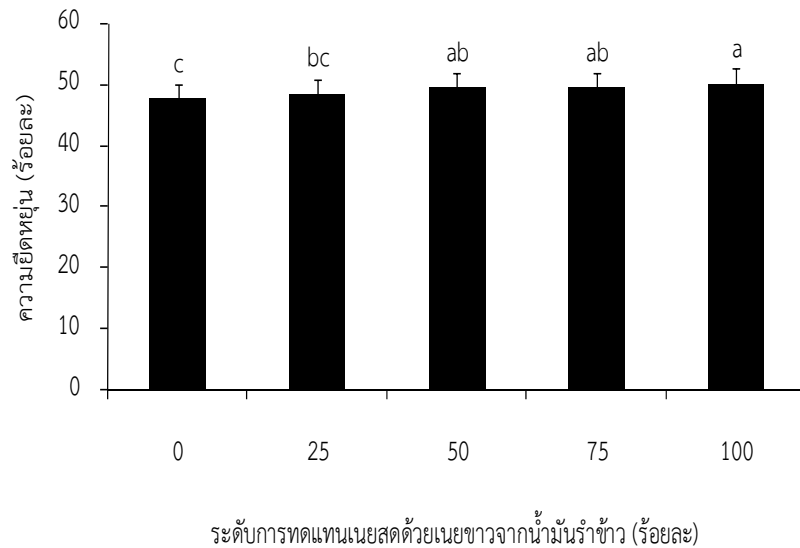
จากตัวอย่าง การทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำ
ข้าวที่ร้อยละ 0 และ 25 โดนต์เค้กมีความยืดหยุ่นน้อยที่สุด
รองลงมาคือร้อยละ 50 และ 75 และที่ระดับ 100 จะมี
ความยืดหยุ่นมากที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
(p≤0.05) ซึ่งแสดงว่าการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจาก

น้ำมันรำข้าวทำให้โดนต์เค้กในระหว่างการตีผสมมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความสามารถในการกักเก็บอากาศได้ดี โดยฟองอากาศจำนวนมากกระจายตัวในเนื้อเค้กทำให้โดนต์เค้กมีความยืดหยุ่นมากขึ้น ทั้งนี้แม้ว่าค่าปริมาตรจำเพาะของโดนต์เค้กจะไม่แตกต่างกัน เนื่องจากใช้พิมพ์ขนาดเดียวกันตั้งที่กล่าวมาแล้ว แต่เมื่อพิจารณาปริมาตร

ที่เพิ่มขึ้นระหว่างการตีผสมจะเห็นได้ว่าการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวให้ปริมาตรเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับ บุศรภา และคณะ (2555) พบว่า เนยขาวจากน้ำมันรำข้าวมีผลทำให้ขนมปังมีความสามารถในการขึ้นตัว ความนุ่ม เทียบเท่าหรือมากกว่าขนมปังที่ใช้เนยสด



ภาพที่ 4 ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ของโดนต์เค้กจากแป้งมันเทศ



ภาพที่ 5 ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ของโดนต์เค้กจากแป้งมันเทศ

ส่วนผลความแน่นเนื้อ (firmness) ของโดนต์เค้กแสดงในภาพที่ 5 ที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว ค่าความแน่นเนื้อมาก หมายถึงโดนต์เค้กมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง และอัดตัวกันแน่นมาก ซึ่งจากการทดลองพบว่า ความแน่นเนื้อของโดนต์เค้กน้อยลงตามลำดับที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว ซึ่งอาจเกิดจากการที่โดนต์เค้กที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวมี

ความสามารถในการกักเก็บอากาศขณะตีได้มากขึ้นส่งผลให้การกระจายตัวของฟองอากาศในโดนต์เค้กมีมากขึ้นโดนต์เค้กจึงมีความแน่นเนื้อลดลง ซึ่งสอดคล้องกับค่าความยืดหยุ่น ซึ่งเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวค่าความยืดหยุ่นจะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของโดนัทเค้ก
จากแป้งมันเทศ

ระดับ การ ทดแทน	คุณลักษณะ				
	ลักษณะ ปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น รส ^{ns}	ลักษณะ เนื้อ สัมผัส	ความ ชอบ รวม
0	6.33	6.42	6.58	6.17 ^c	6.17 ^b
25	6.42	6.42	6.67	6.25 ^c	6.17 ^b
50	6.50	6.42	6.67	6.33 ^{bc}	6.33 ^{ab}
75	6.67	6.67	6.67	6.67 ^{ab}	6.65 ^{ab}
100	6.75	6.75	6.38	6.75 ^a	6.75 ^a

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 แสดงผลแต่ละด้านดังแสดงในตารางที่ 5 ด้านคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ พบว่า คะแนนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดนัทเค้กจากแป้งมันเทศที่ได้มีปริมาณจำเพาะที่เท่ากัน เนื่องจากเครื่องอบโดนัทเค้กมีขนาดพิมพ์เท่ากัน ทำให้ปริมาณที่ได้มีขนาดเท่ากันลักษณะปรากฏไม่มีความแตกต่างได้คะแนนอยู่ในช่วงระหว่าง 6.33-6.75 คะแนน

คุณลักษณะทางด้านสี คะแนนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยภาพรวมของโดนัทเค้กจะมีสีเหลืองออกส้มซึ่งเป็นสีของแป้งมันเทศใกล้เคียงกัน ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนคุณลักษณะทางด้านสีที่ระดับความชอบปานกลาง

คุณลักษณะทางด้านกลิ่น คะแนนไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวที่ร้อยละ 100 มีคะแนนคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรสมากที่สุด เท่ากับ 6.83 ซึ่งคะแนนคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรสอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ผู้ทดสอบชิมให้ความเห็นว่ามึกลิ่นรสเฉพาะของมันเทศเท่าๆกันทุกระดับของการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว

คุณลักษณะทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าว ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศที่ทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวร้อยละ 100 มากที่สุด เท่ากับ 6.75 อยู่ในคะแนนความชอบระดับปานกลางถึงชอบมาก เนื่องจากโดนัทเค้กมีลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่ม มีความยืดหยุ่นสูง

คุณลักษณะทางด้านความชอบรวม พบว่าการทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวที่ร้อยละ 0 และ 25 ไม่มีความแตกต่างจากการทดแทนที่ร้อยละ 50 และ 75 แต่

แตกต่างจากการทดแทนที่ร้อยละ 100 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนคุณลักษณะความชอบรวมที่การทดแทนที่ร้อยละ 100 มากที่สุดเท่า 6.75 คะแนน โดยอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

3.3 การยอมรับของผู้บริโภค (consumer test) การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ได้ข้อมูลดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 27 และเพศหญิงร้อยละ 73 ส่วนใหญ่มีอายุในช่วงระหว่าง 20-30 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา และมีรายได้อยู่ในช่วงต่ำกว่า 5000 บาท ในส่วนพฤติกรรมการบริโภค ทศนคติของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้ก พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่รู้จักผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กร้อยละ 85 และซื้อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กรับประทานบ่อย 1-2 ครั้ง/สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 48 ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกโดนัทเค้กโดยดูจากความสะอาดในการหาซื้อจากร้านค้าเป็นอันดับแรกรองลงมาคือด้านกลิ่นรส ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ ด้านคุณค่าทางอาหารและด้านราคา และด้าน ผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์โดนัทเค้กจากแป้งมันเทศร้อยละ 93 และผู้บริโภคให้การยอมรับต่อโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศร้อยละ 95 และมีแนวโน้มที่จะซื้อโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศร้อยละ 94 โดยผู้บริโภคให้ข้อเสนอแนะ คือ โดนัทเค้กจากแป้งมันเทศมีคุณค่าทางอาหาร อร่อย มีกลิ่นเฉพาะของมันเทศ แป้งนุ่มและมีความแปลกใหม่

4. สรุปผลการวิจัย

การใช้เนยขาวจากน้ำมันรำข้าวทดแทนเนยสดในการผลิตโดนัทเค้กจากแป้งมันเทศที่ระดับ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักเนยสดพบว่า สามารถใช้เนยขาวจากน้ำมันรำข้าวทดแทนเนยสดได้ที่ร้อยละ 100 โดยที่คุณสมบัติทางกายภาพมีแนวโน้มดีขึ้น ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะ ความยืดหยุ่น และความแน่นเนื้อของเค้ก การยอมรับทางประสาทสัมผัสมีทิศทางไปในทางเดียวกันคือเมื่อทดแทนเนยสดด้วยเนยขาวน้ำมันรำข้าวในระดับมากขึ้นจะได้คะแนนในด้านต่างๆ มากขึ้น ตามลำดับ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 224 น.
- [2] ดวงจันทร์ เสงส์สวัสดิ์. 2538. รำข้าวและน้ำมันรำข้าว ช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ โดยลดการ

- สังเคราะห์คอเลสเทอรอลในร่างกาย. วารสารอาหาร, 2, 140.
- [3] บริษัทน้ำมันบริโภคไทย จำกัด. 2553. ข้อมูลของ RiceBran Oil Shortening. [ออนไลน์].เข้าถึงข้อมูลได้จาก <http://www.branoil.net/เนยขาวจากน้ำมันรำข้าว/> 15 พ.ย. 2555.
- [4] ภาวิณี ศรีไชยวาน. 2553. ผลของการทำแห้งมันเทศด้วยไมโครเวฟและการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการของแป้งมันเทศสายพันธุ์ต่างๆ. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ.
- [5] บริษัท วีรสูกู๊ป จำกัด. 2555. เครื่องอบโดนัทโฮมเมท.คู่มือประกอบ. บริษัท วีรสูกู๊ป จำกัด : กรุงเทพมหานคร.6-12 น.
- [6] AACC. American Association of CerealChemists. 1995. Approved Methods. St.Paul. MN:
- [7] บุศราภา ลีละวัฒน์ ปาจารย์ย์ มั่นดี และสิริการหนูสิงห์. 2555. ผลของชนิดเนยขาวต่อคุณภาพของขนมปัง.การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งวaffleสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก Development of mixed waffle flour from germinated brown rice

ประวิณนุช มุสิกะพุก และ สุชาดา ไม้สนธิ
Prewinuch Musikapook and Suchada Maisont

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งวaffleสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก เริ่มจากการนำข้าวเจ้าและข้าวเหนียวที่ผ่านการแช่น้ำแล้ว 24 ชั่วโมงมางอกที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 36 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำเป็นแป้งด้วยวิธีโม่แห้งและนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเมื่อผ่านการงอก มีปริมาณความชื้น เยื่อใย ปริมาณสารกาบา สารประกอบฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มขึ้นแตกต่างกับข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านการงอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตลดลง ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวงอกในการผลิตผลิตภัณฑ์วaffle ที่อัตราส่วน 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวมากขึ้นจะส่งผลให้ค่า ความถ่วงจำเพาะ และค่าความคงตัวของอิมัลชันของส่วนผสมลดลง ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรจำเพาะและความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของข้าวเหนียวในขณะที่ ค่าสี $L^* a^* b^*$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าที่อัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 50:50 มีคะแนนคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงสุด ($p \leq 0.05$) จากนั้นได้นำวaffle ที่ใช้อัตราส่วนข้าวเจ้าและข้าวเหนียวงอกที่ 50:50 มาพัฒนาคุณภาพเนื้อสัมผัสโดยใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 13 14 และ 15 ของเปอร์เซ็นต์ไขมันในสูตร พบว่าวaffle ที่ใช้สาร EC 25K ร้อยละ 12 มีคุณสมบัติทางเคมี กายภาพที่ดีที่สุด รวมถึงได้คะแนนการยอมรับจากผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสสูงสุด โดยวaffle สูตรนี้มี ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี $L^* a^* b^*$ ค่าความยืดหยุ่น ค่าความแน่นเนื้อ ปริมาตรจำเพาะ เท่ากับ 25.50% 0.89 65.85 5.63 25.53 53.54 5.41 และ 3.11 ตามลำดับ ปริมาณสารกาบา 9.68 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.45 มิลลิกรัมของ กรดแกลลิกต่อกรัม และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ร้อยละ 32.46 ในส่วนการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์วaffle แป้งข้าวกล้องงอกและแป้งวaffle สำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก โดยให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ร้อยละ 85

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก, กาบา, วaffle

Abstract

The objective of this research was aimed to developed the product of mixed waffle flour from germinated brown rice 24 hr soaked normal rice and waxy rice were germinated at room temperature for 36 hr, and were produced to be flour by dried milling method. The proximate analysis found that the contents of moisture, fiber GABA, phenolic compound and antioxidant activity of the germinated normal rice and waxy rice flour were significantly increased ($p \leq 0.05$) compare with non-germinated brown rice, whereas the contents of fat protein and carbohydrate were decreased ($p \leq 0.05$). The germinated brown rice flour was produced to be waffle by studying the ratios of germinated normal rice flour and germinated waxy rice flour at 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 and 50:50. The result found that when the waxy rice flour was increased the specific gravity and emulsion stability of the batter were significantly decreased ($p \leq 0.05$), whereas springiness and specific volume were increased, the $L^* a^* b^*$ were not significantly different ($p > 0.05$). The sensory evaluation found the ratio of normal and waxy rice flour at the

percentage of 50:50 was the highest sensory score in appearance, texture properties, and overall liking ($p \leq 0.05$). The waffle at the ratio of normal and waxy rice flour of 50:50 was then improved the textural properties by EC 25K at the percentage of 12 13 14 and 15 of fat content in the recipe. The result found that the waffle with EC 25K the percentage of 25 was the best in physicochemical properties and showed the highest sensory score. The moisture content, water activity, $L^* a^* b^*$, springiness, and firmness, and specific volume were 25.50%, 0.89, 65.85, 5.63, 25.53, 53.54, 5.41, and 3.1 respectively. The GABA content was 9.68 mg/100g total phenolic compound was 0.45 mg of garlic acid and antioxidant activity was 32.46%. The consumer acceptance resulted showed that consumer accepted the mixed waffle flour from germinated brown rice at the percentage of 85.

Keywords : Germinated brown rice, GABA, Waffle

1. บทนำ

ข้าวกล้องงอก (Germinated brown rice, GBR) คือข้าวที่นำมาผ่านกระบวนการงอกภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในเมล็ดข้าว เมื่อน้ำได้แทรกซึมเข้าไปภายในเมล็ดข้าว เอนไซม์ถูกกระตุ้นการทำงาน ย่อยสารประเภทคาร์โบไฮเดรตให้มีขนาดโมเลกุลเล็กลง นอกจากนี้ยังพบการสะสมของสารสำคัญต่างๆ เช่น แกมมาออริซานอล อิโนซิทอล โทโคไตรอีนอล และโดยเฉพาะกรดแกมมาอะมิโนบิวทิริก (gamma aminobutyric acid, GABA) ที่มีหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในระบบประสาทส่วนกลาง ช่วยทำให้สมองเกิดการผ่อนคลายและนอนหลับสบาย

ในปัจจุบันผู้บริโภค มีความสนใจต่อการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นมีผู้บริโภคบางกลุ่มที่แพ้โปรตีนจากแป้งสาลีจะให้ความสำคัญกับผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทดแทนแป้งสาลี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารปราศจากกลูเตน (Gluten-free products) ได้รับความนิยมหรือเป็นที่น่าสนใจ แป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งที่ได้รับความนิยมในการนำมาพัฒนาเป็นขนมอบปราศจากกลูเตน เพราะแป้งข้าวเจ้ามีคุณสมบัติที่ดี แต่ปัญหาสำคัญ คือ ในแป้งข้าวเจ้า ไม่มีโปรตีน gliadin จึงทำให้ไม่สามารถเกิดโครงสร้างกลูเตน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกิดโครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ ถึงแม้ว่าจะมีรายงานการใช้แป้งข้าวเจ้าในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบมาบ้างแล้วแต่ยังไม่มีรายงานการใช้ข้าวกล้องงอกและข้าวเหนียวงอกในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์วาฟเฟิล

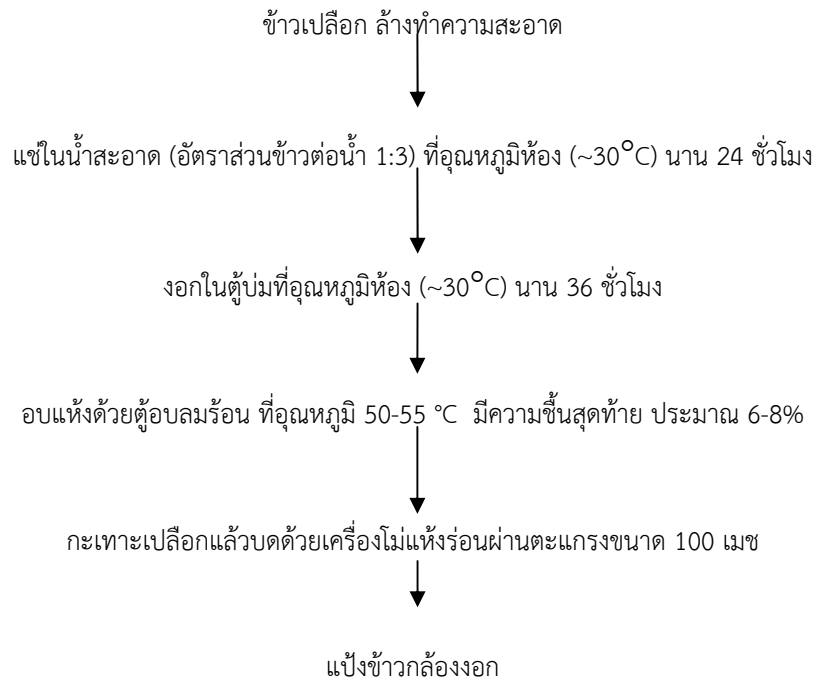
ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำข้าวเจ้าและข้าวเหนียวที่ผ่านการงอกแล้วมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แป้งวาฟเฟิลสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคใ้ใจสุขภาพและต้องการความสะดวกสบายในการบริโภคได้อีกทางหนึ่งทำรับประทานเอง

2. วัตถุประสงค์และวิธีการทดลอง

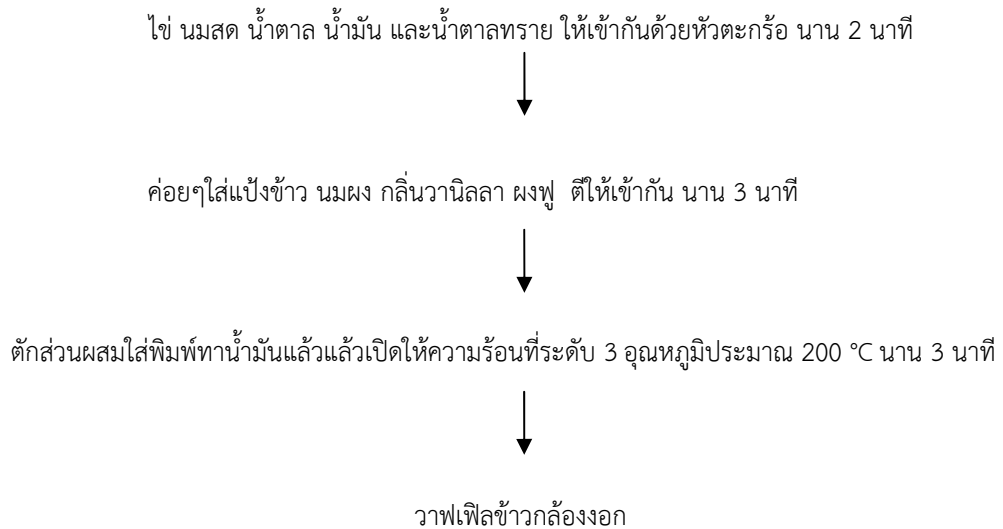
2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวงอกเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ได้งอก

ข้าวเปลือกพันธุ์ข้าวหอมมะลิและข้าวเหนียว กข6 จากโรงสีชัยโคสสี จังหวัดนครราชสีมา อายุหลังเก็บเกี่ยวไม่เกิน 8 เดือน นำมาแช่ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมงและนำมาอบเป็นเวลา 36 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำเป็นแป้ง ดังแสดงในภาพที่ 1 และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า [1] และคาร์โบไฮเดรต (โดยวิธีคำนวณ) วิเคราะห์ปริมาณ GABA (ดัดแปลงจาก Karlade และ Suriyong [2]) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ [3]

2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวงอกในการผลิตผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลสูตรพื้นฐาน ส่วนผสมดังแสดงในตารางที่ 1 ดัดแปลงวิธีการผลิตจาก วีรสกุลรูป (2555) ภาพที่ 2 ผลิตวาฟเฟิลโดยใช้แป้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวงอกแทนแป้งสาลีทั้งหมดที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อข้าวเหนียวที่ร้อยละ 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลจากข้าวกล้องงอกที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของส่วนผสม (batter) ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ และความคงตัวของอิมัลชัน วัดค่าสี $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดค่าสีรุ่น (Minolta CR-10) วัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสปริมาตรจำเพาะด้วยวิธีแทนที่ด้วยเมล็ดงา และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 7 ระดับ (Hedonic scale 7 point) ทดสอบความชอบในด้านสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว 15 คน จากนั้นนำสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดพัฒนาในข้อต่อไป



ภาพที่ 1 การผลิตข้าวเปลือกงอกจากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตวaffle ข้าวกล้องงอก

ตารางที่ 1 วาฟเฟิลสูตรพื้นฐาน (Control)

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า, แป้งข้าวเหนียว	50
น้ำตาลทราย	35
ผงฟู	5
นมผง	30
กลิ่นบัตเตอร์ผง	2
น้ำมัน	15
นมสด	30
ไข่ไก่ เบอร์ 1 (ฟอง)	1

2.3 ศึกษาปริมาณสาร EC 25K ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส

โดยนำผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลข้าวกล้องงอกในข้อ 2.2 ศึกษาการใช้สารปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส คือ EC 25K ที่ร้อยละ 12 13 14 และ 15 ของน้ำหนักไขมันน้ำหนักในสูตร จากนั้นนำผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลจากข้าวกล้องงอกที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพของส่วนผสมวาฟเฟิลข้าวกล้องงอก (batter) คือ ความถ่วงจำเพาะและความคงตัวของอิมัลชัน (Turabi และคณะ, 2008) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* ลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาตรจำเพาะ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากนั้นนำสูตรที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า [1] และคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ ปริมาณ GABA สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

2.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แป้งวาฟเฟิลสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก

นำผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลข้าวกล้องงอกศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แป้งวาฟเฟิลสำเร็จรูป ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 100 คน โดยวิธี Central Location Test (CLT) ในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร เขตบางเขน จัดเสิร์ฟตัวอย่างผลิตภัณฑ์แป้งวาฟเฟิลสำเร็จรูป พร้อมแบบสอบถามให้กับผู้บริโภค

2.5 สถิติและวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มใน block สมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำผลิตภัณฑ์วาฟเฟิลข้าวกล้องงอกที่ได้มาวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ และ ประสาทสัมผัส นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

3.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวงอกและไม่ผ่านการงอกแสดงในตารางที่ 2 และ 3

การงอก ทำให้ปริมาณความชื้น และปริมาณเยื่อใย และปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ปริมาณโปรตีน ไขมัน และเถ้ามีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเมล็ดข้าวเริ่มงอกจะมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เยื่อใย และเถ้า โดยจะถูกกระตุ้นให้เอนไซม์ภายในเมล็ดข้าวเกิดการทำงานของเอนไซม์ เกิดการย่อยและทำให้ปริมาณโปรตีน ไขมันและเถ้าลดลง [4] เยื่อใยเพิ่มขึ้นเกิดจากการเจริญของรากอ่อนส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสที่เพิ่มขึ้น (Veluppillai และคณะ, 2009) ปริมาณสารกาบา ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแป้งข้าวเจ้าไม่งอก แป้งข้าวเจ้างอก แป้งข้าวเหนียวไม่งอกและแป้งข้าวเหนียวงอก เพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากเมล็ดข้าวเมื่อนำมาแช่ จะทำให้เมล็ดข้าวมีการสังเคราะห์กรดอะมิโนอิสระที่เป็นองค์ประกอบของสารกาบา และสารประกอบฟีนอลิก เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น [5] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suchada and Woatthichai [6] ที่พบว่าเปลือกข้าวเหนียวหลังจากทำการงอกเป็นเวลา 36 ชั่วโมง มีผลให้ปริมาณสาร GABA เพิ่มขึ้นจาก 80 mg /100g เป็น 220 mg/100g ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 0.48 mg of gallic acid/g เป็น 0.64 mg of gallic acid/g

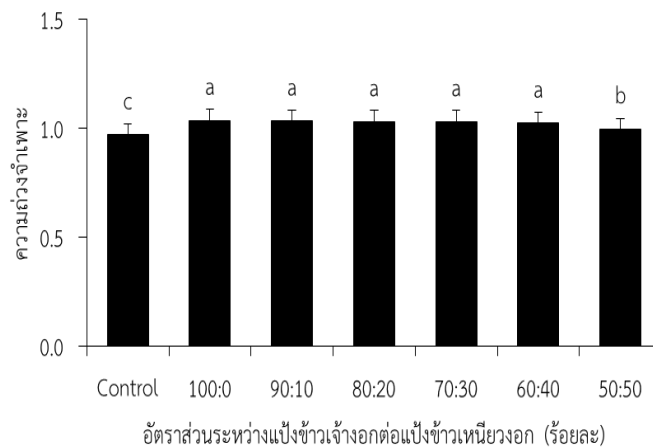
ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเจ้า

องค์ประกอบทางเคมี	ข้าวเจ้า	ข้าวเจ้างอก
ความชื้น (%dry basis)	8.36 ^b ±0.06	10.50 ^a ±0.26
โปรตีน	7.03±0.70	6.69±0.50
ไขมัน	2.07±0.05	1.94±0.22
เยื่อใย	1.94b±0.01	2.14 ^a ±0.03
เถ้า	1.28±0.02	1.26±0.03
คาร์โบไฮเดรต	79.32 ^a ±0.62	77.32 ^b ±0.46
สารกาบา (mg/100g)	13.79 ^b ±0.34	17.49 ^a ±0.92
สารประกอบฟีนอลิก (mg gallic acid/g)	0.46±0.01	0.47±0.01
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	55.27 ^b ±0.07	61.72 ^a ±0.04

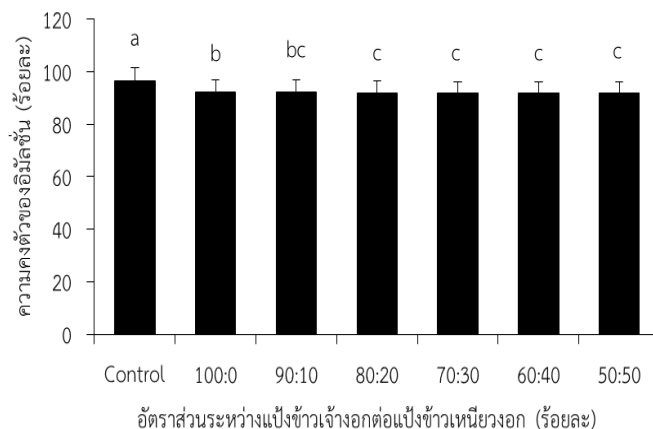
ตารางที่ 3 องค์ประกอบเคมีของข้าวเหนียว

องค์ประกอบทางเคมี	ข้าวเหนียว	ข้าวเหนียวงอก
ความชื้น (%dry basis)	8.79 ^b ±0.11	10.85 ^a ±0.86
โปรตีน	6.84±0.26	6.56±0.01
ไขมัน	2.11±0.02	1.97±0.22
เยื่อใย	1.93 ^b ±0.01	2.11 ^a ±0.01
เถ้า	1.28±0.03	1.27±0.04
คาร์โบไฮเดรต	79.06 ^a ±0.21	77.25 ^b ±0.61
สารกาบา (mg/100g)	9.95 ^b ±0.01	21.86 ^a ±0.69
สารประกอบฟีนอลิก (mg gallic acid/g)	0.47±0.00	0.49±0.02
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ	58.61 ^b ±0.11	62.26 ^a ±0.23

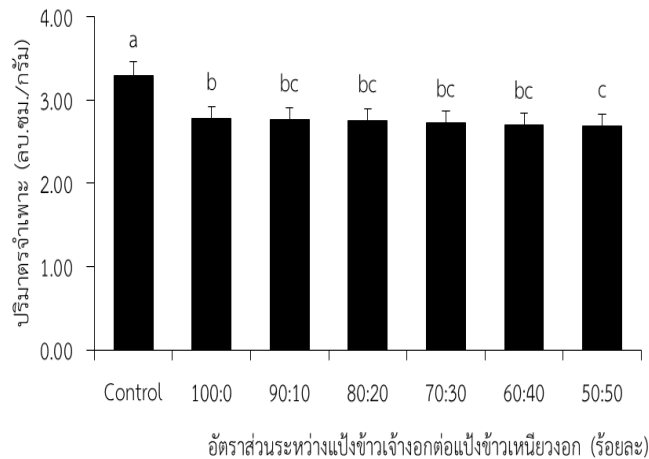
3.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งข้าวเจ้าออกต่อแป้งข้าวเหนียวงอกในผลิตภัณฑ์วaffle
ค่าความถ่วงจำเพาะส่วนผสม (batter) วaffle ที่อัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าออกต่อแป้งข้าวเหนียวงอก ร้อยละ 100:0 90:10 80:20 70:30 60:40 และ 50:50 (ภาพที่ 3) พบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวงอกเพิ่มขึ้น ค่าความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมวaffle มีแนวโน้มลดลง ($p>0.05$) และที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวงอกเป็นร้อยละ 50 มีค่าความถ่วงจำเพาะต่ำที่สุด เนื่องมาจากการใช้ แป้งข้าวเหนียวทำให้ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้นเพราะแป้งข้าวเหนียว มีปริมาณอะไมโลเพกตินมากกว่าแป้งข้าวเจ้าและดูดซับน้ำได้มาก จากการที่ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มความสามารถในการกักเก็บอากาศและทำให้ฟองอากาศเคลื่อนตัวออกจากส่วนผสมได้ยากขึ้นจึงทำให้ได้มากขึ้นระหว่างการตีฟองอากาศที่อยู่ภายในส่วนผสม ค่าความถ่วงจำเพาะลดลง [7]



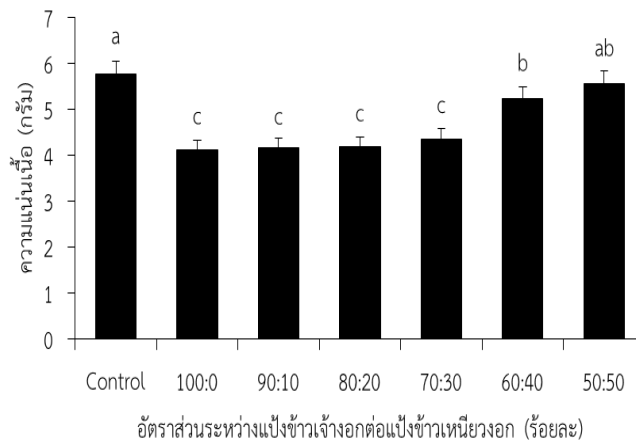
ภาพที่ 3 ความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมวaffle



ภาพที่ 4 ความคงตัวของอิมัลชันของส่วนผสมวaffle



ภาพที่ 5 ปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์ข้าวฟ่าง



ภาพที่ 6 ความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ข้าวฟ่าง

ส่วนค่าความคงตัวของอิมัลชัน พบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวอกเพิ่มขึ้นค่าความคงตัวของอิมัลชันของส่วนผสมข้าวฟ่างมีแนวโน้มลดลงเช่นกัน ($p>0.05$)

ค่าสี L^* a^* b^* ของผลิตภัณฑ์พบว่าค่าสี L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเพิ่มอัตราส่วนของข้าวเหนียวอกเนื่องจากแป้งสาลีมีสีขาวนวลตามธรรมชาติ แต่แป้งข้าวเหนียวอกที่ใช้เป็นข้าวกล้อง ซึ่งมีส่วนของชั้นรำที่มีสีน้ำตาลอ่อน จึงส่งผลให้ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์ข้าวฟ่างลดลง

ส่วนค่าสี a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ปริมาตรจำเพาะ (specific volume) พบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวอกเพิ่มขึ้น ปริมาตรจำเพาะมีแนวโน้มลดลงแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 5 เนื่องจากการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวอก ส่วนผสมจะมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น เป็นอุปสรรคใน

การเคลื่อนที่ของฟองอากาศ และการขยายตัวของผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลดลง [7]

ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) แสดงในภาพที่ 6 พบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวอกเพิ่มขึ้น ค่าความแน่นเนื้อจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) และที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวอกร้อยละ 50 มีความแน่นเนื้อมากที่สุดและมีค่าความแน่นเนื้อใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลี เนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเหนียว ทำให้ส่วนผสมข้าวฟ่างสามารถกักเก็บอากาศได้มากขึ้น ส่วนผสมมีความหนืดมากขึ้น โครงสร้างมีความแข็งแรงขึ้น การเคลื่อนที่ของฟองอากาศเป็นไปได้น้อยลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อที่แน่น มีรูพรุนของอากาศน้อย [7] การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม พบว่าคุณลักษณะ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวอกร้อยละ 0 10 20 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

($p>0.05$) มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับเฉยๆ ในขณะที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 30 40 และ 50 มีคะแนนทุกคุณลักษณะเพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) แต่ที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมทุกคุณลักษณะมากที่สุด ($p\leq 0.05$) ดังนั้นจึงเลือกอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 50 มาศึกษาการใช้ EC 25K ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์วaffleต่อไป

3.3 ผลการศึกษาการใช้สารอิมัลซิไฟเออร์ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์วaffle

ค่าความถ่วงจำเพาะของส่วนผสมวaffle จากอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 50:50 พบว่า จากระดับการใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 13 14 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ส่วนค่าความคงตัวของอิมัลชันของส่วนผสมวaffle จากอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 50:50 พบว่า มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ($p>0.05$) เนื่องจากค่าความคงตัวของอิมัลชัน คือ ความคงตัวของไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสม จากใช้สาร EC 25K จะทำให้ส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้น ต่อต้านการไหลของของเหลวให้เคลื่อนที่ออกมาได้ยากขึ้น จึงทำให้น้ำกับไขมันรวมตัวอยู่ในส่วนผสมได้ดี

ปริมาณจำเพาะของผลิตภัณฑ์วaffle จากอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 50:50 พบว่า จากระดับการใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 13 14 และ 15 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ลักษณะเนื้อสัมผัสทางด้านความยืดหยุ่น (springiness)

ค่าความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์วaffle จากอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืดร้อยละ 50:50 พบว่า จากระดับการใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 13 14 และ 15 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ($p>0.05$) เนื่องจากสาร EC 25K คุณสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดี และช่วยให้ผลิตภัณฑ์วaffle มีโครงสร้างที่มีขนาดพองอากาศเท่ากันกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น ส่วนความแน่นเมื่อมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย สอดคล้องกับค่าความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น พบว่าคุณลักษณะด้านสี กลิ่น จากที่ปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วย EC 25K ร้อยละ 12 13 14 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่จากการใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 มีคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมทุกคุณลักษณะมากที่สุด ดังนั้นจึงคัดเลือกการใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 ในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสของ

ผลิตภัณฑ์วaffle เนื่องจากมีคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด และเพื่อเป็นการประหยัดต้นทุน มีความเป็นไปได้ในการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งวaffleสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก โดยผลิตภัณฑ์ วaffle จากอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืด 50:50 ที่ปรับปรุงคุณภาพด้วย EC 25K ร้อยละ 12 มีปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 27.99 10.88 4.51 2.27 2.18 และ 53.25 ตามลำดับ มีปริมาณสารกาบา 9.68 mg/100g ปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 0.45 mg gallic acid/g และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ร้อยละ 32.46

3.4 ผลศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แป้งวaffleสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก

พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์วaffle ข้าวกล้องงอก และแป้งวaffle สำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก ผลของความสำคัญในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์แป้งวaffle สำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก พบว่า ผู้บริโภคเคยรับประทานผลิตภัณฑ์วaffle มีความถี่ร้อยละ 78 โดยมีความสนใจในผลิตภัณฑ์วaffle ข้าวกล้องงอกและแป้งวaffle สำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอกความถี่ร้อยละ 85 และผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความถี่ในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์วaffle ข้าวกล้องงอกและแป้งวaffle สำเร็จรูปจาก ข้าวกล้องงอก 1 – 2 ครั้งต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 41 เหตุผลในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์วaffle ข้าวกล้องงอกและแป้งวaffle สำเร็จรูปจาก ข้าวกล้องงอกของผู้บริโภค เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจ มีความสะดวก สบาย สามารถทำกินเองได้ วิธีการทำไม่ยุ่งยาก และผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อสุขภาพ

5. สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งวaffle สำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก จากข้าวเจ้าและข้าวเหนียว โดยนำมางอกเป็นเวลา 36 ชั่วโมง พบว่า ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เมื่อผ่านการงอก มีปริมาณความชื้น เยื่อใย ปริมาณสารกาบา สารประกอบ ฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรตลดลง ($p\leq 0.05$) การศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งข้าวเหนียวจืด พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่าความยืดหยุ่นและปริมาณจำเพาะ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของข้าวเหนียว ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความชอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเพิ่มสูงสุดเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวจืดที่ร้อยละ 50 ($p\leq 0.05$) และการใช้สาร EC 25K การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์วaffle ข้าวกล้องงอกและแป้งวaffle สำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก และยอมรับในผลิตภัณฑ์

ร้อยละ 85 และการใช้สาร EC 25K ที่ร้อยละ 12 จะทำให้เนื้อสัมผัสของวaffleที่ดีที่สุดผลิตภัณฑ์แป้งวaffleสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก 1 กล่องมีต้นทุนการผลิตอยู่ที่ 11-15 บาท สามารถทำวaffleได้ 5-6 ชิ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] AOAC. 2000. Official method of analysis.16th ed. Washington : The Association of Official Agricultural Chemists.
- [2] Karlade D. and S. Suriyong. 2012. Aminobutyric acid (GABA) content in different varieties of brown rice during germination. Science Asia 38. : 13-17.
- [3] Cevallos-Casals, B.A. and Cisneros-Zevallos,L. 2010. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. Food Chemistry 119 : 1485-1490.
- [4] Brennan, M.A., I. Mert, J. Monro, J. Woolnough, and C.S.Brennan. 2008. Impact of guar gum and wheat bran on The physical and nutritional quality of Extruded breakfast cereals. Starch/Starke. 60 : 248–256.
- [5] Veluppillai S. Nithyanantharajah K. and Vasantharuba,S. 2009. Biochemical changes associated with germinating rice grains and germination improvement. Rice Science 16(3) : 240-242
- [6] Suchada Maisont and Woatthichai Narkrugs. 2010. The effect of germination on gaba content, chemical composition, total phenolics content and antioxidant capacity. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 44 : 912–923.
- [7] อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณลิขันธ์. 2553. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต. กรุงเทพฯ.



วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Journal of Science & Technology Phranakhon Rajabhat University

บทความวิชาการ

อาหารไทยแห่งภูมิปัญญาไทย

กัญญา ตั้งสุวรรณรังษี.....1

บทความวิจัย

การพัฒนาสูตรบิทรูทชิฟฟอนเค้ก

พิมพา ฝาชัยภูมิ และ ศรุดา นิติวรการ.....6

ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอน
กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาโปรแกรมประยุกต์ด้านสถิติและวิจัย

รวงพร ประสิทธิ์กุล.....12

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ปรีชา จันทกล้า.....18

โปรแกรมประยุกต์การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยตรวจสอบการเข้าออกหมู่บ้าน

ธนพล จันทรสุวรรณ วาสนา เสนาะ และรณกร รัตนธรรมมา.....25

การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ศัพท์ทางการแพทย์
รายวิชาเลขานุการทางการแพทย์

อะเคือ กุลประสูติติก.....30

การดูดซับสีย้อมรีแอคทีฟโดยใช้ซีเลื้อย

กานต์ดา ศิริวงศ์นาค และรัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง36

การประยุกต์ใช้เชื้อรา Trichoderma spp. ในการปลูกข้าวในสภาวะปกติและสภาวะเค็ม

สมเกียรติ อ่อนจรัส พรชนก ชโลปกรณ์ และ พงศธร กล่อมสกุล44

ผลของเนยขาวจากน้ำมันรำข้าวต่อคุณภาพโดเนัทเค้กจากแป้งมันเทศ

นิติกาญจน์ ผดุงภักดี และ สุชาดา ไม้สนธิ51

การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งวาฟเฟิลสำเร็จรูปจากข้าวกล้องงอก

ประวิณนุช มุสิกะพุก และสุชาดา ไม้สนธิ.....59