เอกสารอ้างอิง

1. Anderson, C.R. and Wu, W., "Analysis of carbon monoxide in commercially treated tuna (*Thunnus spp.*) and mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) by gas chromatography/mass spectroscopy" *J. Agric. Food Chem.* 53, (2005):7019-7023.
2. Smulevich, G., Droghetti , E., Focardi, C., Coletta, M., Ciaccio, C. and Nocentini, M., "A rapid spectroscopic method to detect the fraudulent treatment of tuna fish with carbon monoxide" *Food Chemistry* 101,(2007) :1071-1077.
3. Martinez, L., Djenane, D., Cilla, I., Beltran, J.A. and Roncales, P., "Effect of different concentrations of carbon dioxide and low concentration of carbon monoxide on the shelf-life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere" *Meat Science* 71,(2005):563-570.
4. Wilkinson, B.H.P., Janz, J.A.M., Morel, P.C.H., Purchas, R.W. and Hendriks, W.H. "The effect of modified atmosphere packaging with carbon monoxide on the storage quality of master-packaged fresh pork" *Meat Science* 73,(2006):605-610.
5. Wicklund, R.A., Paulson, D.D., Tucker, E.M., Stetzer, A.J., DeSantos, F., Rojas, M., MacFarlane, B.J. and Brewer, M.S. "Effect of carbon monoxide and high oxygen modified atmosphere packaging and phosphate enhanced, cased-ready pork chops" *Meat Science* 74,(2006):704-709.
6. Seyfert, M., Mancini, R.A., Hunt, M.C., Tang, J., and Faustman, C., "Influence of carbon monoxide in package atmospheres containing oxygen on colour, reducing activity, and oxygen consumption of five bovine muscles" *Meat Science* 75,(2007):432-442.
7. Czogala, J., Wardas, W. and Goniewicz, M.L., "Determination of low carboxyhemoglobin blood levels by gas chromatography" *Analytica Chimica Acta* 556,(2006):295-300.

การไมเกรทของพลาสติไซเซอร์จากแผ่นปะเก็นรองฝาโลหะของขวดแก้วสู่อาหาร

Migration of Plasticizers from Metal Lid Gasket of Glass Jar into Food

[1]จันทร์จิรา จันทร์ประเสริฐ, [2]ดวงหทัย เพ็ญตระกูล, [1]ณัฐชนัญ ลีพิพัฒน์ไพบูลย์, [1]ศิริพัสตร์ ไชยันต์

[1]หน่วยวิจัยการแยกสารและโครมาโทกราฟี ภาคเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทร (02) 218-7608 โทรสาร (02) 254-1309 อีเมล์ siripastr.ja@chula.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์จากปะเก็นฝาขวดแก้วเข้าสู่อาหารกำลังเป็นที่ได้รับความสนใจจากผู้ประกอบการส่งออกของไทยอย่างมาก โดยเฉพาะอาหารประเภทที่มีน้ำมันหรือไขมันเป็นองค์ประกอบจะพบปัญหาการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์เกินค่าขีดจำกัดของสหภาพยุโรปอยู่เสมอ แม้ว่าปัจจุบันผู้ประกอบกิจการผลิตฝาโลหะได้ปรับเปลี่ยนชนิดและส่วนผสมของปะเก็นเพื่อลดการไมเกรทของพลาสติไซเซอร์ให้สอดคล้องกับระเบียบของประเทศคู่ค้าแล้วก็ตาม ปัญหาการไมเกรชันที่เกินค่าขีดจำกัดยังคงเกิดขึ้น งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์จากแผ่นปะเก็นมาใช้ในการศึกษาตัวแปรและปัจจัยสำคัญของกระบวนการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์ 4 ชนิด ได้แก่ ESBO, TAC, DBS และ DINCH ในตัวแทนอาหารประเภทน้ำมันซึ่งพบการปนเปื้อนสูงสุด

วิธีการทดลอง

1. แบบจำลองที่ใช้

การจำลองการไมเกรชันทำในขวดแก้วใส ปริมาตรบรรจุ 115 ลิตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 51.2 มิลลิเมตร สูง 86.5 มิลลิเมตร น้ำหนัก 105 กรัม ใช้ฝาปิดชนิดฝาเกลียว RTP เส้นผ่านศูนย์กลาง 48 มิลลิเมตร น้ำหนัก 6.6 กรัม ภายในมีปะเก็นพีวีซีกว้าง 13 มิลลิเมตร น้ำหนักปะเก็น 0.99 กรัม/ฝา

วิธีการจำลองการไมเกรชัน

- เทน้ำมันมะกอกที่ใช้เป็นตัวแทนอาหาร (food simulant) ลงในขวดแก้ว ปิดฝาให้สนิท
- ควำขวดแก้วที่บรรจุตัวแทนอาหารใน incubator ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C เป็นเวลา 30 วัน เพื่อศึกษาผลของเวลาที่มีต่อการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์ในตัวแทนอาหาร
- ศึกษาผลของกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชันที่มีต่อปริมาณการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์ในตัวแทนอาหาร โดยนำขวดแก้วที่บรรจุตัวแทนอาหารไปผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชันที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงในลักษณะคว่ำ จากนั้นทิ้งให้เย็น แล้วนำไปก็บใน incubator ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C เป็นเวลา 30 วัน

- สำหรับการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์ นำขวดแก้วที่บรรจุตัวแทนอาหารไปคว่ำไว้ใน incubator ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 °C, 40 °C และ 60 °C เป็นเวลา 10 วัน ตามลำดับ
- วิเคราะห์ปริมาณของพลาสติไซเซอร์ที่ไมเกรชันในตัวแทนอาหาร

2. การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปริมาณ epoxidized soybean oil (ESBO): นำน้ำมันมะกอมาทำปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ริฟิเคชันด้วย 5% methoxide เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปสมบูรณ์แล้ว เติมเฮปเทนและไดโซเดียมไฮโดรเจนซิเตรตเพื่อหยุดปฏิกิริยา จากนั้นนำสารละลายไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS

3. การเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณ monomeric plasticizers: สกัดพลาสติไซเซอร์ในน้ำมันมะกอกด้วย MTBE/hexane แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย PTV GC-MS

4. สภาวะการวิเคราะห์ที่เหมาะสมโดยแก๊สโครมาโทกราฟี

4.1 วิธีการวิเคราะห์ epoxidized soybean oil (ESBO)

พารามิเตอร์	สภาวะที่เหมาะสม
Column	Agilent Rtx-2330: (90% biscyanopropyl /10% phenylcyanopropyl polysiloxane), 15 m × 0.25 mm i.d. × 0.2 µm
Temperature program	initial 110°C for 1 min, 20°C/min to 200°C, 8°C /min to 260°C (2 min)
Injector	split/splitless, 1 µL, 110°C
Carrier gas	helium, 3 mL/min
Detector	mass spectrometer

4.2 วิธีการวิเคราะห์ monomeric plasticizers (TAC, DBS และ DINCH)

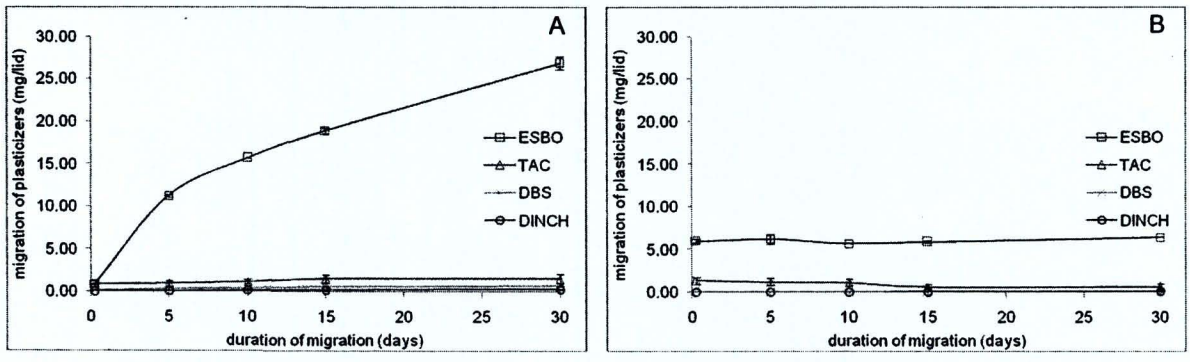
พารามิเตอร์	สภาวะที่เหมาะสม
Column	pre-column: Agilent DB-1: (100% dimethyl polysiloxane), 0.5 m × 0.25 mm i.d. T-piece, line to backflush: fused silica tubing: 13 cm × 0.15 mm i.d. separation column: Rtx-225: (50% cyanopropyl/50% phenylmethyl polysiloxane), 15 m × 0.25 mm i.d. × 0.25 µm
Temperature program	initial 90°C for 4 min, 25°C/min to 190°C, 20°C/min to 240 (10 min)
Injector	PTV splitless, 2uL, 60°C for 0.2 min, 14.5°C/sec to 250°C (16.8min), 14.5°C/sec to 350°C (5min)
Carrier gas	helium, 50 mL/min
Detector	mass spectrometer

ผลการทดลอง

ผลการจำลองกระบวนการไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์ในตัวแทนอาหารประเภทน้ำมัน (น้ำมันมะกอก) พบว่าการไมเกรชันขึ้นอยู่กับจัยต่างๆ ได้แก่

1. ระยะเวลาในการสัมผัส (ภาพที่ 1A) การไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์แปรผันโดยตรงกับเวลาในการสัมผัส โดยพบการไมเกรชันสูงสุดที่ 30 วันในกรณีของ ESBO พบการไมเกรชันสูงสุดที่ 26.84 มิลลิกรัม ซึ่งสูงกว่าปริมาณเบื้องต้นถึง 31 เท่า กราฟของการไมเกรชันตัวกลางประเภทน้ำมันของ TAC, DBS และ DINCH นั้นพบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (2-4%) ใน 30 วัน

2. ในกรณีที่อาหารต้องผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชัน พบว่าการให้ความร้อนเบื้องต้นไม่มีผลต่อการไมเกรทของ TAC, DBS และ DINCH แต่อย่างใด ส่วนกรณีของ ESBO นั้นพบว่าการให้ความร้อนเบื้องต้นจะทำให้มีการไมเกรทเบื้องต้นสูงขึ้นเล็กน้อยแต่หลังจากนั้นจะไม่มีการไมเกรทเพิ่มขึ้นอีก ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายได้ว่าการให้ความร้อนสูงในระยะเวลาสั้นนั้นทำให้พลาสติไซเซอร์ถูกสกัดออกมาเป็นจำนวนมากจนเกิดเป็น layer of de-plasticized ขึ้นบริเวณผิวสัมผัสของปะเก็น เนื่องจากปริมาณของพลาสติไซเซอร์ในชั้นนี้มีปริมาณน้อยจึงไม่พบการปนเปื้อนจากพลาสติไซเซอร์เพิ่มขึ้นอีกแม้จะทิ้งให้สัมผัสกับน้ำมันเป็นเวลานานถึง 30 วัน



ภาพที่ 1 ปริมาณ ESBO, TAC, DBS และ DINCH ที่พบในตัวแทนอาหารประเภทน้ำมันเมื่อ incubate ที่อุณหภูมิ 30 °C ที่ระยะเวลาต่างๆ (A) การ incubate ที่อุณหภูมิคงที่ (B) การ incubate หลังกระบวนการพาสเจอร์ไรเซชันที่อุณหภูมิ 100 °C นาน 1 ชั่วโมง

3. อุณหภูมิของการสัมผัสแปรผันโดยตรงกับปริมาณการปนเปื้อน พบว่าการ incubation ที่ 60 °C จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนสูงสุดดังแสดงในตารางที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของพลาสติไซเซอร์สามารถเคลื่อนที่ได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้พบปริมาณโมลกุลพลาสติไซเซอร์ในตัวแทนอาหารสูงขึ้น

ตารางที่ 1 ปริมาณ ESBO, TAC, DBS และ DINCH ในตัวแทนอาหารที่อุณหภูมิต่างๆ incubation time 10 วัน

Incubation Temperature	ปริมาณพลาสติไซเซอร์ในตัวแทนอาหาร (mg/lid)			
(°C)	ESBO	TAC	DBS	DINCH
30	15.69 ± 0.01	1.19 ± 0.29	0.49 ± 0.09	0.19 ± 0.02
40	17.48 ± 0.69	0.98 ± 0.36	0.62 ± 0.11	0.24 ± 0.02
60	21.12 ± 1.70	1.31 ± 0.52	0.78 ± 0.22	0.29 ± 0.02

4. ผลของขนาดโมเลกุลต่อความสามารถในการไมเกรชัน พลาสติไซเซอร์โมเลกุลเล็กจะสามารถไมเกรทได้ดีกว่าโมเลกุลขนาดใหญ่ สังเกตจากปริมาณการไมเกรชันของ TAC มากกว่า DBS และ DINCH ตามลำดับ เนื่องจากพลาสติไซเซอร์โมเลกุลเล็กจะเคลื่อนที่และไมเกรทไปยังบริเวณผิวร่วมได้ง่ายและรวดเร็วกว่าพลาสติไซเซอร์โมเลกุลใหญ่ จึงถูกสกัดด้วยตัวแทนอาหารได้มากกว่า

ตารางที่ 2 ปริมาณของ ESBO, TAC, DBS และ DINCH ที่อุณหภูมิ 30 °C

ระยะเวลาสัมผัส (วัน)	ปริมาณพลาสติไซเซอร์ในตัวแทนอาหาร (mg/lid)			
	ESBO (M.W. 950)	TAC (M.W. 218)	DBS (M.W. 314)	DINCH (M.W. 424)
0.25	0.87 ± 0.07	0.88 ± 0.36	0.17 ± 0.05	0.08 ± 0.01
5	11.24 ± 0.16	0.97 ± 0.29	0.32 ± 0.15	0.13 ± 0.00
10	15.69 ± 0.01	1.19 ± 0.29	0.49 ± 0.09	0.19 ± 0.02
15	18.92 ± 0.36	1.24 ± 0.19	0.63 ± 0.12	0.26 ± 0.06
30	26.84 ± 0.78	1.55 ± 0.52	0.74 ± 0.10	0.33 ± 0.05

สรุปผลการทดลอง

การไมเกรชันของพลาสติไซเซอร์ในปะเก็นสามารถเกิดได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ เวลาที่สัมผัส การพาสเจอร์ไรเซชันที่อุณหภูมิสูง อุณหภูมิและขนาดของโมเลกุล โดยพบว่า ESBO จะเกิดการไมเกรชันได้มากที่สุดและมีแนวโน้มที่จะเกินค่าขีดจำกัดการไมเกรชันที่ 60 mg/kg ขณะที่ TAC, DBS และ DINCH จะให้ค่าการไมเกรชันที่ต่ำมาก นอกจากนี้หากตัวแทนอาหารมีการสัมผัสกับความร้อนพลาสติไซเซอร์จะถูกกระตุ้นให้เกิดการไมเกรชันเพิ่มมากขึ้น แต่หากได้รับความร้อนสูงที่ระยะเวลาสั้นๆ เช่น การทำพาสเจอร์ไรเซชันจะพบว่าการไมเกรชันให้ค่าสูงและคงที่ นอกจากนี้ขนาดของพลาสติไซเซอร์ที่เล็กกว่าจะเกิดการไมเกรชันได้มากกว่ายังมีผลต่อการไมเกรชันที่เพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Fiselier, K., Biedermann, M., Grob, K. J. Sep Sci. 2005, 28, 2144.
2. Fankhauser-Noti, A. and Grob, K. Trends in Food Science and Technology. 2006, 233, 447.

วิธีการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบออนไลน์ ร่วมกับเทคนิคซีเควันเชียลอินเจกชันอะนาลิซิส สำหรับแยกและวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารซัลโฟนาไมด์

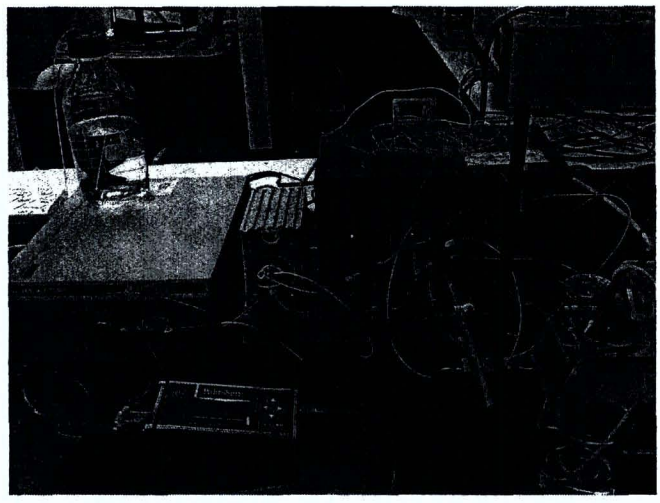
ON-LINE SOLID PHASE EXTRACTION COUPLED WITH SEQUENTIAL INJECTION ANALYSIS FOR THE SEPARATION AND DETERMINATION OF SULFONAMIDES

อรวรรณ ชัยลภากุล*, พิมพ์ขวัญ จันทรทีประ

บทคัดย่อ: ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาการแยกและวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารซัลโฟนาไมด์ โดยใช้วิธีการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบออนไลน์ ร่วมกับเทคนิคซีเควันเชียลอินเจกชันอะนาลิซิส สำหรับกระบวนการการสกัดด้วยเฟสของแข็งนั้น จะมีคอลัมน์ขนาดเล็กซึ่งทำขึ้นเอง ภายในบรรจุด้วยอนุภาคของตัวดูดซับ กระบวนการนี้จะเป็นอัตโนมัติทั้งในการกำจัดสิ่งเจือปนออกจากตัวอย่างและการสกัด ซึ่งกระบวนการนี้จะต่อกับระบบ ซีเควันเชียลอินเจกชันอะนาลิซิส โดยที่ระบบนี้จะประกอบไปด้วย ปั๊มสำหรับควบคุมการไหล และวาล์ว วิธีนี้สามารถที่จะทำได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่การสกัดสารซัลโฟนาไมด์จากตัวอย่างที่เป็นของเหลว ไปจนถึงการแยกสารที่เราสนใจโดยใช้เทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี ร่วมกับการตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้า งานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมของการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบออนไลน์ ได้แก่ ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ใช้เป็นตัวชะ, อัตราการไหลของสารในขั้นตอนการผ่านสารตัวอย่างและการชะสารตัวอย่าง และโซนของสารที่ถูกชะออกมา จากการศึกษาพบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของสารที่ใช้ชะคือ เมทานอลต่อเฟสเคลื่อนที่ 100:0, อัตราการไหลของสารในขั้นตอนการผ่านสารตัวอย่างและการชะสารตัวอย่างที่เหมาะสมคือ 10 ไมโครลิตรต่อวินาที และโซนของสารที่ถูกชะที่เหมาะสมคือ 20-24 วินาที ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ของพีกกับความเข้มข้นของสารซัลโฟนาไมด์เป็นเส้นตรงในช่วง 0.01-8 ส่วนในล้านส่วน จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย, รวดเร็ว และมีความไวสูงสำหรับการแยกและวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารซัลโฟนาไมด์

วิธีการทดลอง

นำอนุภาคของแข็งชนิด Oasis HLB จาก SPE จำนวน 0.048 กรัมบรรจุลงในท่อ นำท่อที่บรรจุอนุภาคของแข็งต่อกับเทคนิคซีเควันเชียลอินเจกชันอะนาลิซิส เพื่อเตรียมทำการสกัดตัวอย่างแบบอัตโนมัติ จากนั้นนำระบบซีเควันเชียลอินเจกชันอะนาลิซิสต่อเข้ากับเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี โดยคอลัมน์ที่ใช้คือ โมโนลิติกคอลัมน์ C_{18} (monolithic column C_{18}) และการตรวจวัดทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้คือ เทคนิคแอมเพอโรเมทรี (Amperometry) ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารตัวอย่างโดยการสร้างกราฟเทียบมาตรฐาน หรือใช้การเติมสารมาตรฐาน และขั้วไฟฟ้าใช้งานสำหรับงานวิจัยนี้คือ ขั้วไฟฟ้าเพชรที่โดปด้วยโบรอน ดังรูป



รูปที่ 1 การสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิค
ซีเคว็นเชียลอินเจกชันอะนาลิซิสร่วมกับเทคนิคแอมเพอโรเมตรี

ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบอัตโนมัติในการวิเคราะห์ซัลโฟนาไมด์โดยใช้เทคนิคซีเคว็นเชียลอินเจกชันอะนาลิซิสร่วมกับเทคนิคแอมเพอโรเมตรี

นำสารละลายมาตรฐานซัลโฟนาไมด์ 10 ppm ผ่านลงท่อที่บรรจุอนุภาคของแข็งจาก SPE และหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการชะสารซัลโฟนาไมด์จากเฟสของแข็งพร้อมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณด้วยเทคนิคซีเคว็นเชียลอินเจกชันอะนาลิซิสโดยมีคอลัมน์มอนอลิตสำหรับแยกสารทั้ง 7 ชนิด ทำการตรวจวัดด้วยเทคนิคแอมเพอโรเมตรี

1. ศึกษาอัตราเร็วในการชะเฟสของแข็งที่เหมาะสมของสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดโดยทำการศึกษาที่อัตราเร็ว 8, 9, 10 และ 11 ไมโครลิตรต่อวินาที โดยทำการผ่านสารมาตราฐานซัลโฟนาไมด์ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ลงท่อที่บรรจุอนุภาคของแข็งจาก SPE

2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเมทานอล กับmobile phase คือ สารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ต่ออะซีโตนไนไตรด์ต่อเอทานอล ในอัตราส่วน 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 โดยทำการผ่านสารมาตรฐานซัลโฟนาไมด์ที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm ลงท่อที่บรรจุอนุภาคของแข็งจาก SPE

3. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการชะสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดด้วยเมทานอลโดยทำการผ่านสารมาตราฐานซัลโฟนาไมด์ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ลงท่อที่บรรจุอนุภาคของแข็งจาก SPE

ผลการทดลอง

ศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบอัตโนมัติในการวิเคราะห์ซัลโฟนาไมด์โดยใช้เทคนิคซีเควินเชียลอินเจกชันอะนาลิซิสร่วมกับเทคนิคแอมเพอโรเมตรี

1. ศึกษาอัตราการเร็วของสารในขั้นตอนการผ่านสารตัวอย่างและการชะสารตัวอย่างที่เหมาะสมของสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิด อัตราเร็วของการชะที่เหมาะสมของสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิด คือ 10 ไมโครลิตรต่อวินาทีเนื่องจากสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดมีการแยกที่ดี และให้สัญญาณตอบสนองที่สูงที่สุด

2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเมทานอลต่อเฟสเคลื่อนที่ คือสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ต่ออะซีโตนไนไตรด์ต่อเอทานอล อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง เมทานอลต่อเฟสเคลื่อนที่ คือ เมทานอล 100% เนื่องจากให้สัญญาณตอบสนองที่สูงที่สุด และได้สัญญาณของสารซัลโฟนาไมด์ครบทั้ง 7 ชนิด

3. ศึกษาเวลาที่เหมาะสมสำหรับการชะสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิดด้วยเมทานอลโดยทำการผ่านสารมาตราฐานซัลโฟนาไมด์ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ลงท่อที่บรรจุอนุภาคของแข็งจาก SPE พบว่าเวลาที่เหมาะสมสำหรับการชะสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิด คือ วินาทีที่ 20-24 วินาที เนื่องจากให้สัญญาณตอบสนองที่สมบูรณ์ที่สุด

ค่าความเป็นเส้นตรง และขีดจำกัดต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้

ตารางที่ 1 แสดง Linearity, LOD และ LOQ

Analyte	Linearity ($\mu g\ mL^{-1}$)	Slope (peak area units / ppm)	Intercept (μA)	R^2	LOD ($\mu g\ mL^{-1}$)	LOQ ($\mu g\ mL^{-1}$)
Sulfaguanidine	0.01-8	0.0101	0.014	0.9972	1.75	5.85
Sulfadiazine	0.01-8	0.0348	0.0152	0.9981	0.27	0.88
Sulfamethazine	0.01-8	0.0244	0.0117	0.9998	0.34	1.13
Sulfamonomethoxine	0.01-8	0.0186	0.0104	0.9993	0.42	1.42
Sulfamethoxazole	0.01-8	0.0165	0.0114	0.9997	0.44	1.47
Sulfadimethoxine	0.1-8	0.006	0.0088	0.9972	1.23	4.1
Sulfaquinoxaline	0.1-8	0.0035	0.0082	0.9941	1.85	6.18

สรุปผลการทดลอง

การสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคซีเควินเชียลอินเจกชันอะนาลิซิส ใช้ระยะเวลาในการเตรียมตัวอย่างน้อยและลดปริมาณการใช้ตัวทำละลาย ในการทดลองนี้ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับเตรียมตัวอย่างโดยการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบอัตโนมัติ ร่วมกับเทคนิคซีเควินเชียลอินเจกชันอะนาลิซิสและเทคนิคแอมเพอโรเมตรีดังนี้ อัตราการไหลของสารในขั้นตอนการผ่านสารตัวอย่างและการชะสารตัวอย่าง คือ 10 ไมโครลิตรต่อวินาที, อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างเมทานอลต่อเฟสเคลื่อนที่ คือ 100:0 และ เวลาที่เหมาะสมสำหรับการชะสารซัลโฟนาไมด์ทั้ง 7 ชนิด คือ วินาทีที่ 20-24 วินาที จากสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างโดยการสกัดด้วยเฟสของแข็งแบบอัตโนมัติทำให้สามารถตรวจวัดสารซัลโฟนาไมด์ 7 ชนิด โดยใช้ไฮเพอร์ฟอร์มานซ์ลิควิดโครมาโทกราฟีร่วมกับการตรวจวัดแบบแอมเพอโรเมตรีได้สัญญาณการตอบสนองที่ดีและลดเวลาในการเตรียมตัวอย่างลง

บรรณานุกรม

[1] Preechaworapun, A., Chuanuwatanakul, S., Einaga, Y., Grudpan, K., Motomizu, S., Chailapakul, O., "Electroanalysis of sulfonamides by flow injection system/high-performance liquid chromatography coupled with amperometric detection using boron-doped diamond electrode", Talanta, 68 . (2006) : 1726-1731.

[2] Cubarsi, M. G., Castellari, M., Valero, A., Regueiro, J. A., "A simplified LC-DAD method with an RP-C_{12} column for routine monitoring of three sulfonamides in edible calf and pig tissue" Analytical Bioanalytical Chemistry, 385. (2006) : 1218-1224.

[3] Gehring, T. A., Griffin, B., Williams, R., Geiseker, C., Rushing, L. G., Siitonen, P. H., "Multiresidue determination of sulfonamides in edible catfish shrimp and salmon tissues by high-performance liquid chromatography with postcolumn derivatization and fluorescence detection", Journal of Chromatography B, 840. (2006) : 132-138.

[4] Kishida, K., Furusawa, N., "Matrix solid-phase dispersion extraction and high-performance liquid chromatographic determination of residual sulfonamides in chicken", Journal of Chromatography A, 937. (2001) : 49-55.

[5] Fuh, M. S., Chu, S., "Quantitative determination of sulfonamide in meat by solid-phase extraction and capillary electrophoresis", Analytica Chimica Acta, 499. (2003) : 215-221.

การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และการหาปริมาณแคพไซซินและไดไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด: การประยุกต์ในเครื่องแกงต่าง ๆ

Development of Analytical Methods and Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin in Chili Products and Hot Spicy Food: Application to Chili Paste

ธรรมนูญ หนูจักร*, กนกวรรณ วรดง, วาสนา โตเลี้ยง, อมร เพชรสม
หน่วยปฏิบัติการวิจัยการแยกและโครมาโทกราฟี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาวิธีการแยกและวิเคราะห์หาปริมาณแคปไซซินอยด์ (CAPs) ด้วยเทคนิคไมเซลลาร์อิเล็กโทรไคเนทิกโครมาโทกราฟี (MEKC) พร้อมด้วยวิธีการเตรียมตัวอย่างมาประยุกต์ใช้กับตัวอย่างเครื่องแกงสำเร็จรูป โดยใช้ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการแยกและทำปริมาณวิเคราะห์แคปไซซินอยด์ที่ได้พัฒนาแล้วจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ คือ uncoated fused silica capillary ขนาด 50 μm i.d.× 40.2 cm (30 cm ถึงเครื่องตรวจวัด) บรรจุสารด้วยความดัน 0.5 psi เป็นเวลา 5 นาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 214 nm ศักย์ไฟฟ้า 25 kV และควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C และบัฟเฟอร์ของ MEKC ประกอบด้วยบอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 10 mM ที่ pH 9.2 โซเดียมโดเดกซิลซัลเฟต 60 mM เป็นไมเซลลาร์เฟส และอะซิโตไนไทรล์ 15 % โดยปริมาตร และได้พัฒนาวิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ CAPs ในซอสพริก โดยทำการสกัด CAPs ในตัวอย่างด้วยเอทิลอะซิเตต พร้อมทั้งเติมเกลือลงไปเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด นอกจากนี้ยังวิธีที่พัฒนาขึ้นสำหรับตัวอย่างที่เป็นเครื่องแกงสำเร็จรูปชนิดต่างๆ เช่น น้ำพริกแกงส้ม เครื่องต้มยำ น้ำพริกพะแนง น้ำพริกแกงเขียวหวาน น้ำพริกแกงมัสมั่น เป็นต้น ดังนั้นเทคนิค MKEC และวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับวิเคราะห์ปริมาณ CAPs ในซอลพริกและเครื่องแกงสำเร็จรูปบางชนิดได้ เพื่อควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์และเป็นข้อมูลความปลอดภัยของผู้บริโภคได้

วิธีการทดลอง

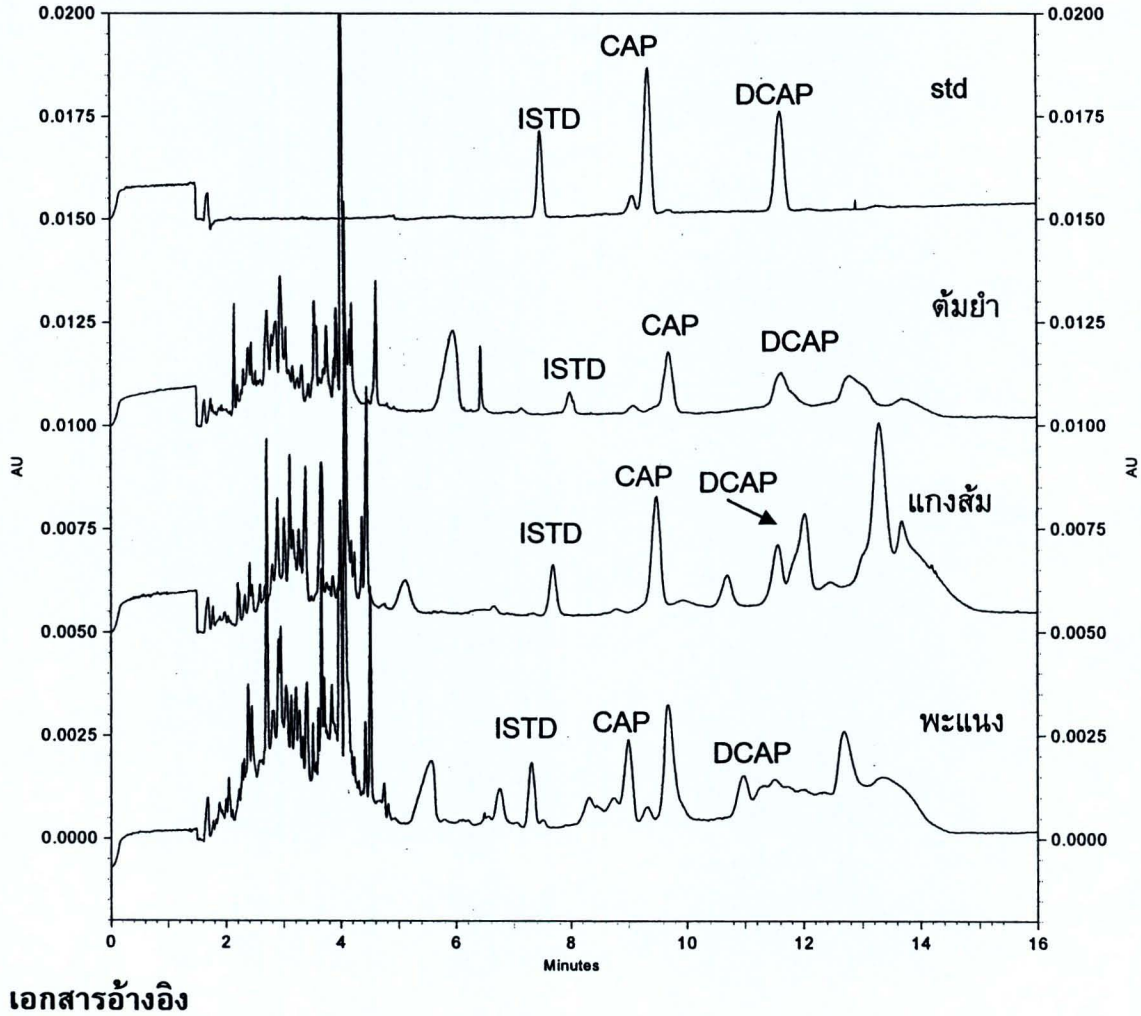
วิธีการเตรียมตัวอย่างเครื่องแกงสำเร็จรูป ชั่งตัวอย่างเครื่องแกง 2.5 กรัม ลงในหลอดพลาสติกขนาด 50 mL เติมเอทิลอะซิเตต 10 mL และนำไปวอร์เทกซ์เป็นเวลา 4 นาที จากนั้นเติม anhydrous $MgSO_4$ 1.0 กรัมและ NaCl 2.5 กรัม แล้วนำไปวอร์เทกซ์อีกครั้งเป็นเวลา 4 นาทีและเซนตริฟิวจ์ที่ 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปิเปตชั้นเอทิลอะซิเตต 8.0 mL ลงในหลอดทดลอง และนำไประเหยตัวทำละลายอินทรีย์ให้แห้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบหมุน (rotary evaporator) แล้วนำส่วนที่ระเหยแห้งมาละลายโดยให้สารละลายตัวอย่างที่พร้อมนำไปวิเคราะห์ด้วย MEKC ประกอบด้วย 50 ppm บิสฟีนอลเอ (เป็น internal standard) 60 mM SDS และ 15% อะซิโตไนไทรล์ และกรองด้วย 0.45 μm PTFE syringe filter ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วย MEKC

ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์แคปไซซินอยด์ในตัวอย่างเครื่องแกงสำเร็จรูป

ใช้เครื่องคะพิลลารีอิเล็กโทรฟอริซิสรุ่น P/ACE MDQ ยี่ห้อ Beckman คะพิลลารีคอลัมน์เป็น uncoated fused silica capillary ขนาด 50 μm i.d. × 40.2 cm (30 cm ถึงเครื่องตรวจวัด) บรรจุสารด้วยความดัน 0.5 psi เป็นเวลา 5 นาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 214 nm ศักย์ไฟฟ้า 25 kV และควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C และบัฟเฟอร์ของ MEKC ประกอบด้วยบอเรตบัฟเฟอร์เข้มข้น 10 mM ที่ pH 9.2 โซเดียมโดเดกซิลซัลเฟต 60 mM เป็นไมเซลลาร์เฟส และอะซิโตไนไทรล์ 15 % โดยปริมาตร

ผลการทดลอง

ได้ประยุกต์วิธีการเตรียมตัวอย่าง และภาวะที่เหมาะสำหรับการแยกและวิเคราะห์หาปริมาณ CAPs ที่ได้พัฒนาในงานวิจัยก่อนหน้านี้มาใช้กับตัวอย่างเครื่องแกงสำเร็จรูปชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำพริกแกงส้ม เครื่องต้มยำ น้ำพริกพะแนง น้ำพริกแกงเขียวหวาน น้ำพริกแกงมัสมั่น ตัวอย่างอิเล็กโทรฟีโรแกรมของน้ำพริกแกงส้ม น้ำพริกพะแนง และเครื่องต้มยำ แสดงดังรูป



เอกสารอ้างอิง

1. Laskaridou-Monnerville, A. *Journal of Chromatography A* (1999) **838**, 293-302.
2. Anastassiades, M., Lehotay, S.J., Stajnbaher, and D. Schenck, F.J. *Journal of AOAC International* (2003) **86**, 412-431.

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล

(ภาษาอังกฤษ) **Production of food supplement for Osteoarthritis prevention from sea food shells**

ชื่อผู้วิจัย 1) รศ.ดร. มงคล สุขวัฒนาสินิทธิ์*

2) อ.ดร. อนวัช อาชวาคม

หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

บทคัดย่อ

การย่อยไคตินจากแกนหมึกด้วยเอนไซม์จากรา *Aspergillus fumigatus* และโคลนแบคทีเรีย *Serratia sp.* สามารถผลิตเอ็น-แอซีทิล-ดี-กลูโคซามีน (GlcNAc) และเอ็น,เอ็น-ไดแอซีทิลไคโตไบโอส [$(GlcNAc)_2$] อย่างเฉพาะเจาะจงได้ เอนไซม์จากรา *Aspergillus fumigatus* สามารถย่อยไคติน (3% w/v) ที่ pH เป็น 3 อุณหภูมิ 40°C ได้ผลิตภัณฑ์เป็น GlcNAc ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 72% ภายในเวลา 2 วัน ส่วนเอนไซม์จากโคลนแบคทีเรีย *Serratia sp.* ที่ pH เท่ากับ 6 อุณหภูมิ 37°C ทำการบ่มเป็นเวลา 6 วันสามารถผลิตผลิตภัณฑ์เป็น $(GlcNAc)_2$ และ GlcNAc ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ 43% และ 2.6% ตามลำดับ การทำให้ GlcNAc และ $(GlcNAc)_2$ บริสุทธิ์สามารถทำได้โดยการตกตะกอนตามด้วยการกำจัดสีด้วยผงถ่านกัมมันต์หรือใช้คอลัมน์ที่มีผงถ่านกัมมันต์ให้ GlcNAc บริสุทธิ์ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 64% และ $(GlcNAc)_2$ บริสุทธิ์ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 40% และสามารถเพิ่มความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์สูงถึง 100%

การย่อยไคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น โดยการใช้และไม่ใช้คลื่นอัลตราโซนิคเพื่อให้ได้เกลือกลูโคซามีน ไฮโดรคลอไรด์ (GlcNHCl) ซึ่งสภาวะที่ใช้ในการเตรียมเกลือ GlcNHCl คือ อัตราส่วนไคตินต่อกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1:1 (w/w) และที่อุณหภูมิ 40°C ให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์คือ 60% และผลการย่อยไคตินโดยการใช้คลื่นไมโครเวฟนั้นสามารถลดระยะเวลาการย่อยลงเหลือเพียง 12 นาทีโดยมีภาวะปฏิกิริยาคืออัตราส่วนไคตินต่อกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1:3 (w/w) ที่พลังไมโครเวฟ 850 watts ให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์คือ 52% ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานในการย่อยลงไปได้มหาศาลเมื่อเทียบกับการกรรมวิธีการย่อยในปัจจุบัน

วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองหลักมี 2 แนวทางคือดำเนินการย่อยด้วยเอนไซม์และกรด

I) การย่อยด้วยเอนไซม์ ดำเนินการเป็นลำดับดังนี้

1) การเตรียมไคตินจากแกนหมึก (ß-chitin) โดยการปั่นให้มีขนาด 500 μm และการเตรียมคอลลอยด์ดอลไคตินโดยการเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงไปในไคติน กวนอย่างเร็วจนสารละลายมี

ลักษณะเหนียวหนืดตั้งทิ้งไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 5°C ทั้งคืนจากนั้นนำมากรอง จะได้ตะกอนสีขาวของไคตินพร้อมนำมาทำการทดลอง

2) การเตรียมเอนไซม์ดิบจากฟังไจ (*Aspergillus fumigatus*)[1]

นำฟังไจ *Aspergillus fumigatus* (TISTR 3045) มาเพาะเชื้อใน PDB (อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมได้จากมันฝรั่ง) เป็นเวลา 5 วัน นำเส้นใยของฟังไจที่ได้มาเลี้ยงใน PDA (PDB ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°C แล้ว) ต่อเป็นเวลา 5 วัน นำเชื้อราบน PDA มาเพาะเลี้ยงต่อใน Colloidal Chitin Minimum Medium (CCMM) (300 mL) (แหล่งของไนโตรเจนเพื่อใช้ในการผลิตเอนไซม์) ที่อุณหภูมิ 30°C ระยะเวลา 9 วัน ด้วยเครื่องเขย่า จากนั้นแยกเอนไซม์ดิบด้วยกรรมวิธีเซนตริฟิวจ์

3) การเตรียมเอนไซม์ดิบจากแบคทีเรีย (*Serratia sp.*)

เอนไซม์ดิบจากแบคทีเรีย *Serratia sp.* ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้รับมาจากอาจารย์รัฐ พิชยางกูร ภาควิชาชีวเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เอนไซม์ดิบจากแบคทีเรีย *Serratia sp.* แสดงแถบโปรตีน 4 แถบจากส่วน chitinase activity ที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 40, 50, 60 และ 90 KDa จาก SDS-PAGE หลังจากนั้นแยกเอนไซม์ดิบ chitinase ขนาด 60 KDa ออกมาบรรจุใส่พลาสมิด PKKChi60[2]

4) การทดสอบฤทธิ์ของเอนไซม์ไคติเนส

กิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสที่สนใจนั้น นำมาวิเคราะห์โดยการวัดหาจำนวนปลายรีดิวซ์ ซึ่งเท่ากับจำนวน GlcNAc ที่ได้จากการย่อย คอลลอยด์คอล ไคตินด้วยเอนไซม์ตามวิธีของ Schales method[3] ปริมาณของปลายรีดิวซ์ของน้ำตาลถูกวัดด้วยเครื่อง UV-Vis สเปคโตรมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 nm โดยใช้น้ำ DI เป็นตัวเปรียบเทียบ ทั้งการวิเคราะห์และการควบคุมจะทำ 3 ครั้ง และค่าเฉลี่ยของค่าความดูดกลืนแสง (Absorbance (A)) ที่ได้จะนำมาใช้ในการคำนวณค่า activity unit ต่อปริมาตร (mL) ของเซรุ่มซึ่งคำนวณได้จากความแตกต่างของค่า absorbance (ΔA) ระหว่างตัววิเคราะห์ (A1) และตัวควบคุม (A0)

5) วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วย HPLC

นำสิ่งที่ถูกย่อยแล้วมาต้มให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อ จากนั้นนำเอาส่วนใสหลังผ่านการเซนตริฟิวจ์ (100 µL) มาเจือจางด้วยน้ำ Milli-Q (900 µL) นำเอาสารละลายที่ได้ (0.300 mL) มาผสมกับอะซิโตไนไตรล์ (0.700 mL) กรองและฉีดเข้าเครื่อง HPLC ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ GlcNAc และ $(GlcNAc)_2$ จะถูกตรวจพบในช่วงเวลาการชะ (retention time) เท่ากับ 5.6 และ 6.5 ตามลำดับ คำนวณหาพื้นที่ใต้พีคซึ่งแสดงถึงปริมาณของ GlcNAc และ $(GlcNAc)_2$

6) การเตรียม GlcNAc

6.1) <u>Single batch hydrolysis</u> การย่อยไคตินด้วยกรรมวิธี single batch นี้เป็นการย่อยแบบครั้งต่อครั้ง ไคตินจากแกนหมึก (6 g) ถูกนำมาเพาะบ่มกับเอนไซม์จากฟังไจ (24 U) ปรับปริมาตรให้เท่ากับ 300 mL ด้วยน้ำ DI เติมเอทานอล (15 mL) ในตัวที่เก็บไว้ ค่า pHของของผสมในปฏิกิริยาถูกปรับด้วยกรดแอซิติก (1 M) ให้เป็น 3 จากนั้นส่วนของผสมถูกบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 45°C เป็นเวลา 5 วัน และหยุดปฏิกิริยาด้วยการจุ่มภาชนะลงไปในน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที ไคตินที่เหลืออยู่ถูกกำจัด

ออกไปด้วยการเซนตริฟิวจ์ เอนไซม์ดิบถูกเก็บไว้ในสถานะของแข็งหลังจากการ freeze dry การวิเคราะห์ด้วย HPLC แสดงให้เห็นว่า เอนไซม์ดิบมีปริมาณ GlcNAc ประมาณ 60% (w/w)

6.2) Fed-batch hydrolysis การย่อยไคตินด้วยกรรมวิธี fed-batch นี้เป็นการย่อยแบบต่อเนื่อง เริ่มด้วยไคติน 6 g และ เอนไซม์ 24 U ในของผสมในปฏิกิริยาปริมาตร 200 mL และส่วนที่เท่ากันของ reactant ถูกเติมลงไปในของผสมปฏิกิริยาหลังจากผ่านไป 2 วัน หลังจากนั้น 4 วันให้ความร้อนแก่ของผสมในปฏิกิริยาในอ่างน้ำร้อนเป็นเวลา 15 นาที นำเอาส่วนที่ถูกย่อยแล้ว (350 mL) มากรองและทำให้เข้มข้นด้วยการระเหยที่อุณหภูมิไม่เกิน 70°C เติมเอทานอลลงไปจะเกิดตะกอนขนาดเล็กที่สามารถละลายน้ำได้ ส่วนใสที่ได้จากการกรองนั้นนำมาระเหยได้ของแข็งสีเหลืองอ่อน (9 g) นำมาวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่า 91%(w/w) ของของแข็งที่ได้เป็น GlcNAc คิดเป็น 71% ของผลผลิตที่ได้

7) การเตรียม *N,N'*-diacetylchitobiose [$(GlcNAc)_2$]

นำเอาไคตินจากแกนหมึกมาผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์จากแบคทีเรีย *Serratia sp.* ที่ค่า pH 3 (ปรับpHด้วยกรดแอซิติก) และที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 6 วัน ผลิตภัณฑ์เบื้องต้นที่ได้ถูกเก็บไว้ในรูปของแข็งหลังจาก freeze dried จากนั้นวิเคราะห์ด้วย HPLC พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้เบื้องต้นนั้นประกอบด้วย ~63% ของ $(GlcNAc)_2$ นำเอา $(GlcNAc)_2$ ไม่บริสุทธิ์ดังกล่าวมากำจัดสิ่งเจือปนด้วยการตกตะกอน แล้วผ่านขบวนการเซนตริฟิวจ์ทำให้แห้งภายใต้สภาวะสุญญากาศ เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ recovery, และความบริสุทธิ์ของตะกอนด้วย HPLC จากนั้นนำเอาตะกอนที่ทำให้แห้งแล้วมาแยก GlcNAc และ $(GlcNAc)_2$ ออกจากกันด้วยกรรมวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟฟีผงถ่านกัมมันต์[4] สารละลายของผลิตภัณฑ์เบื้องต้นของสารผสม GlcNAc/$(GlcNAc)_2$ ถูกบรรจุลงในคอลัมน์ผงถ่านกัมมันต์ (60 g) ในน้ำ (200 mL) และตัวชะที่ประกอบด้วยเอทานอลต่อน้ำ (~ 30%) ที่ 2 mL/min

II) การย่อยด้วยกรด

การย่อยด้วยกรดนี้ยังแบ่งออกเป็น 2 วิธีอีกด้วยคือ

1) การย่อยโดยมีคลื่นอัลตราโซนิกเป็นตัวช่วย ผลการวิจัยการย่อยของแอลฟา-ไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้ง ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (conc. HCl) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการละลายไคตินโดยการใช้คลื่นอัลตราโซนิกพบว่าสามารถช่วยในการละลายไคตินได้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ GlcNHCl ได้ดีกว่าการให้ความร้อนโดยไม่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกเล็กน้อยแต่ไม่มีนัยสำคัญที่อัตราส่วนต่อกรดเท่ากัน (Figure 1) และปริมาณของ conc. HCl ยิ่งสูงขึ้นเท่าไรก็ยิ่งสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้นเท่านั้นทั้งในกรณีของการละลายโดยใช้และไม่ใช้คลื่นอัลตราโซนิกช่วย โดยที่อัตราส่วนไคติน / conc. HCl เท่ากับ 0.2 จะให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์มากที่สุดถึง 80% และต่ำที่สุด (43%) ที่อัตราส่วน 1 / 1

2) *การย่อยโดยมีคลื่นไมโครเวฟเป็นตัวช่วย* ในส่วนของการย่อยไคตินด้วย conc. HCl โดยมีคลื่นไมโครเวฟเป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยานั้น ซึ่งจากสมมุติฐานถ้าใช้คลื่นไมโครเวฟคาดว่าจะสามารถย่อยได้ที่อุณหภูมิมีประสิทธิภาพและใช้เวลาที่สั้นลงอีกและผลิตภัณฑ์หลักขจากการย่อยนี้น่าจะเป็นเกลือ GlcNHCl เริ่มด้วยการเตรียมสารละลายไคตินพร้อมด้วยการผสม conc. HCl ในอัตราส่วนที่ต่างกันแล้ว และเครื่องไมโครเวฟที่ใช้ในการทดลองการย่อยในครั้งนี้คือ M183 (ของบริษัท

Samsung) ซึ่งได้ทำการปรับแต่งให้สามารถใช้สำหรับทำปฏิกิริยาเคมีได้โดยการเจาะรูในส่วนด้านบนของเครื่องไมโครเวฟเพื่อใช้เป็นทางต่อท่อคอนเดนเซอร์เข้ากับฟลาสค์ที่อยู่ภายในรีแอ็คเตอร์ด้านใน จากนั้นทำการศึกษาสภาวะเกี่ยวกับปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสโดยมีปัจจัยแปรผันต่าง อาทิเช่น เวลาในการใช้คลื่นไมโครเวฟ (4-16 นาที), พลังงานวัตต์ที่ใช้ (100-850 watts), ความเข้มข้นของสารละลายต่อปริมาณ conc. HCl (1:2, 1:3, 1:4) เป็นต้น และจากการ optimization สามารถลดระยะเวลาการย่อยลงเหลือเพียง 12 นาทีโดยมีภาวะปฏิกิริยาคืออัตราส่วนไคตินต่อ conc. HCl = 1:3 (w/w) ที่พลังไมโครเวฟ 850 watts ให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์คือ 52% และถ้ามีเครื่องเมคะนิคัลสเตอร์เรอร์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคนจะสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์เป็น 58% ได้

สรุปผลการทดลอง

1) การย่อยด้วยเอนไซม์

เอนไซม์จากรา *Aspergillus fumigatus* สามารถย่อยไคตินที่ pH เป็น 3 อุณหภูมิ 40°C ได้ผลิตภัณฑ์เป็น GlcNAc ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลผลิต 72% ภายในเวลา 2 วัน การย่อยไคตินด้วยเอนไซม์จากโคลนแบคทีเรีย *Serratia sp.* ที่ pH เท่ากับ 6 อุณหภูมิ 37°C ทำการบ่มเป็นเวลา 6 วันให้ผลิตภัณฑ์เป็น $(GlcNAc)_2$ และ GlcNAc ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ 43% และ 2.6% หลังจากการทำให้บริสุทธิ์ด้วยขบวนการที่พัฒนาแล้วความบริสุทธิ์ของผลิตภัณฑ์ที่ได้สูง

2) การย่อยด้วยกรด

การย่อยไคตินด้วย conc. HCl โดยการใช้คลื่นอัลตราโซนิคเพื่อให้ได้เกลือ GlcNHCl ซึ่งสภาวะที่ใช้คืออัตราส่วนไคตินต่อ conc. HCl = 1:1 (w/w) และที่อุณหภูมิ 40°C ให้เปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์คือ 60% ส่วนผลการวิจัยในส่วนของการย่อยไคตินโดยการใช้คลื่นไมโครเวฟนี้สามารถลดระยะเวลาการย่อยลงเหลือเพียง 12 นาทีโดยมีภาวะปฏิกิริยาคืออัตราส่วนไคตินต่อ conc. HCl = 1:3 (w/w) ที่พลังไมโครเวฟ 850 watts โดยมีเครื่องเมคะนิคัลสเตอร์เรอร์มาช่วยจะได้เกลือ GlcNHCl ด้วยเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ 58% ซึ่งใกล้เคียงกับกรรมวิธีการย่อยในปัจจุบันสามารถประหยัดพลังงานในการย่อยลงไปได้มีนัยสำคัญ

เอกสารอ้างอิง

1. Heftmann, E., "Chapter 4 Adsorption", *Chromatography second edition*, Litton Educational Publishing, Inc., New York, **1967**, 43-44
2. Kuttiyawong, K., "Cloning and nucleotide sequencing of chitinase gene from Burkholderia cepacia TU09", *Master Thesis of Science, Biochemistry, Faculty of Science Chulalongkorn University*, **2001**.
3. Imoto, T., and Yagishita, K., "A Simple Activity Measurement of Lysozyme", *Agr. Biol. Chem.* **1971**, *35*, 1154-1156.
4. Yoon, J.H., "Enzymatic synthesis of chitooligosaccharides in organic cosolvents", *Enzyme and Microbial Technology*, **2005**, *37*, 663-668.

ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ท้องถิ่นที่มีหน้าที่เฉพาะของสารพรีไบโอติกส์และแอนติออกซิเดนท์

Local Fruits and Vegetables Products with Functional Substance of Prebiotic and Antioxidants

คณะผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง **, ปรรัตน์ เซ็นกลาง, สมฤดี ไทพาณิชย์, วสาวี ถ้วยทอง, ชมัยพร แรงกลาง, สุวิมล เจริญสิทธิ์, เกวลี ครุณาสวัสดิ์, นัฏฐพร วุฒิสิทธิ์, และ กรรณิการ์ สอนโยชา ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีระยะเวลาประมาณ 4-5 ปี นับตั้งแต่ปี 2550 วัตถุประสงค์เพื่อใช้เทคนิคเอนไซม์ในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารให้กลิ่น และสารหน้าที่เฉพาะอื่นๆ จากผักผลไม้เขตร้อนและกึ่งร้อน เพื่อใช้เป็นวัตถุปรุงแต่งอาหาร ในงานวิจัยมุ่งเป้าไปที่ผักและผลไม้ที่มีศักยภาพในการปลูก การส่งเสริมการปลูกในประเทศ ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน จากการสำรวจและวิจัยในปี 2550 พบว่ามี ใบเตย กล้วยหอม ฝรั่งแดง มะตูม มะม่วงน้ำดอกไม้ พุทราสามรส แก้วมังกรแดง แคนตาลูป แล มังคุด และอาจจะมีอื่นๆ อีก

สำหรับในรายงานวิจัยในปี 2551 ซึ่งได้รายงานไปแล้วว่า สารออกฤทธิ์ที่พบในใบเตยหอม คือ คลอโรฟิลล์ให้สีเขียว สามารถแปรรูปเป็นสารอนุพันธ์ที่มีสีเขียวที่ทนความร้อนและกรดได้ดีกว่ารูปเดิม ฝรั่งแดงเมื่อผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของวัตถุดิบ มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงขึ้น และสีเหลืองเพิ่มขึ้น ส่วนไซรัปมะตูม เมื่อผ่านการย่อยสลายด้วยเอนไซม์เพคติเนสพบว่าได้ปริมาณคาร์โรทีนอยด์มากขึ้น สำหรับไฮโดรไลเลสมะม่วงที่มีระดับการย่อยสลายเพคตินต่อปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อเสถียรภาพของอิมัลชัน เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยในปี 2552 พบว่า เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในใบเตยหอม พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์และสารแอนติ้ออกซิเดนท์ได้เป็น 17.3 และ 1.9 เท่าตามลำดับ สำหรับกล้วยหอมได้ผลิตภัณฑ์ไซรัปที่มีสารหน้าที่เฉพาะที่มีความโดดเด่นสามารถนำไปใช้ทดแทนวัตถุปรุงแต่งกลิ่น รสกล้วยหอมสังเคราะห์ได้เป็นอย่างดี ในฝรั่งแดงพบว่าไซรัปที่ได้มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และไลโคพีนเพิ่มมากขึ้น สำหรับไซรัปมะตูมพบว่ามีปริมาณใยอาหาร ค่าแอคทีวิตี้ของพรีไบโอติก สารระเหย และสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นเมื่อผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ ในการย่อยสลายเพคตินในมะม่วง พบว่าเอนไซม์ช่วยเพิ่มปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ ฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารเบต้าแคโรทีนด์ ส่วนวิจัยพุทราสามรส พบว่า เมื่อประมาณเอนไซม์และเวลาการย่อยสลายสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้สูงขึ้น งานวิจัยแก้วมังกและแคนตาลูป พบว่าการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลทำได้โดยใช้กรดแอสคอบิกร่วมกับความร้อน และการใช้เอนไซม์ทำให้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแก้วมังกรสูงขึ้นเป็น1.5 เท่า และแคนตาลูปเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า การใช้เอนไซม์สามารถช่วยปรับปรุงสมบัติเฉพาะของวัตถุดิบให้มีความโดดเด่น และสามารถพัฒนาเพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งอาหารทดแทนการใช้สารสังเคราะห์ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2547. เอนไซม์ทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis of the AOAC International. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D. C.

Baumann, J. W. 1981. Application of enzymes in fruit juice technology. In G.G. Birch, N. Blakebrough, and K.J. Parker (ed.), Enzymes and Food Processing, pp. 129-146. England: Applied Science Publishers.

Choudhari, S. M. and Ananthanarayan, L. 2007. Enzyme aided extraction of lycopene from tomato tissue. Food Chemistry 102(1): 77-81.

Çinar, I. 2005 a. Stability studies on the enzyme extracted sweet potato carotenoproteins. Food Chemistry 89(3): 397-401.

Çinar, I. 2005 b. Effects of cellulase and pectinase concentrations on the colour yield of enzyme extracted plant carotenoids. Process Biochemistry 40: 945-949.

Fan, G., Han,Y., Gu, Z. and Chen, D. 2008. Optimizing conditions for anthocyanins extraction from purple sweet potato using response surface methodology (RSM). Lebensm.-Wiss.U.-Technol 41(1): 155-160.

Fenema, O.W. 1985. Food Chemistry. Marcel Dekker. New York.

Huebner, J., Wehling, R. L., and Hutkins, R. W. 2007. Functional activity of commercial prebiotics. International Dairy Journal. 17: 770-775.

Maarse, H. 1991. Volatile Compounds in Foods and Beverages. New York: Marcel Dekker.

Muñoz, O., Sepulveda, M. and Schwartz, M. 2004. Effects of enzymatic treatment on anthocyanic pigments from grapes skin from Chilean wine. Food Chemistry 87: 487-490.

Mutlu, M., Sarioğlu, K., Demir, N., Ercan, M. T., and Acar, J. 1999. The use of commercial pectinase in fruit juice industry. Part I: viscosimetric determination of enzyme activity. Journal of Food Engineering. 41: 147-150.

Pilnik, W. and Voragen, A. G. J. 1993. Pectic enzymes in fruit juice and vegetable juice manufacture. In Reeds, G. (ed.), Enzymes in Food Processing, pp. 363-399. New York: Academic Press.

Rai, P., Majumdar, G.C., Dasgupta, S. and De, S. 2004. Optimizing pectinase usage in pretreatment of mosambi juice for clarification by response surface methodology. Journal of Food Engineering 64: 397-403.

Roy, D., Daoudi, L. and Azaola, A., 2002. Optimization of galacto-oligosaccharide production by *Bifidobacterium infantis RW-8120* using response surface methodology. Journal of Industry Microbiology&Biotechnology 29: 281-285.

Roy, S. K. and Khurdiya, D. S. 1995. Other subtropical fruit. In D.K. Salunkhe; S. S. Kadam (ed.), Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage and Processing, pp. 539-543. New York: Marcel Dekker.

Schweiggert, U., Hofmann, S., Reichel, M., Schieber, A. and Carle, R. 2008. Enzyme-assisted liquefaction of ginger rhizomes (*Zingiber officinale Rosc.*) for the production of spray-dried and paste like ginger condiments. Journal of Food Engineering 84. 28-38.

Sun, T. Power, J.R. and Tang, J. 2007. Effect of enzymatic macerate treatment on rutin content, antioxidant activity, yield, and physical properties of asparagus juice. Journal of Food Science 72(4): S267-270.

Walisazewski, N.K., Ovndo, S.L. and Pardio, V.T. 2007. Effect of hydration and enzymatic pretreatment of vanilla beans on the kinetics of vanillin extraction. Journal of Food Engineering 78: 1267- 1273.

การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

Production of microbial polymer for the application in food industry

สุเทพ ธนียวัน[1,*], จิราภรณ์ ธนียวัน[1], ปาหนัน เริงสำราญ[1], สุชาดา จันทร์ประทีป[1]

[1] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

แบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 ได้รับการคัดแยกจากตัวอย่างผลไม้เน่าเสียและจัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถผลิตพอลิเมอร์ชนิดพอลิแซคคาไรด์ได้สูงกว่าเชื้อที่แยกได้อื่น งานวิจัยนี้มุ่งต่อการนำพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้จากจุลินทรีย์มาประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงได้ปรับปรุงสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้สำหรับผลิตพอลิแซ็กคาไรด์จากสูตรเดิมของ Bromfield รวมกับวิธีของ Tallgren และคณะ (1998) ให้มีต้นทุนที่ต่ำลง พบว่า ในสูตรอาหารปรับปรุงไม่จำเป็นต้องมีการเติมสารสะกัดยีสต์จลินทรีย์ก็สามารถเจริญได้และผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้เช่นกัน แบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 และแบคทีเรียสายพันธุ์อื่นบางสายพันธุ์ เช่น สายพันธุ์ CU-CH4 และ EN14 มีความสามารถในการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์สูง พอลิเมอร์ที่ได้จากจุลินทรียเหล่านี้มีลักษณะทางเคมีและกายภาพที่น่าสนใจ เช่น ความสามารถในการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความหนืด เป็นต้น และให้ผลผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้สูงสุดที่ 0.98 2.380 และ 2.99 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ พอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากแบคทีเรียสายพันธุ์ CU-CH4 มีน้ำตาลทั้งหมด 87.5% และมีปริมาณโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ 2.8% ส่วนพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากแบคทีเรียสายพันธุ์ EN14 มีน้ำตาลทั้งหมด 60.7% และมีปริมาณโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบ 8.5% การชักนำแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 ให้กลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ติดตามด้วย NTG พบว่า แบคทีเรียที่ถูกชักนำด้วยแสงอัลตราไวโอเลตมีความสามารถในการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้สูงกว่าแบคทีเรียที่ถูกชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต และสาร NTG แบคทีเรีย แบคทีเรียสายพันธุ์ UV1-8 และสายพันธุ์ UV1-9 โดยสามารถผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้สูงกว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ดั้งเดิมถึง 8 และ 12 เท่า ตามลำดับ

วิธีการทดลอง

1. การพัฒนาสูตรอาหารสำหรับผลิตพอลิแซ็กคาไรด์โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

1.1 หาองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมในการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02

1.2 หาภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ โดยแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 ในอาหารสูตรดัดแปลง

1.3 ศึกษารูปแบบการเจริญของแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 ในอาหารสูตรดัดแปลง

1.4 วิเคราะห์ชนิดของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบของพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้จาแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02

1.5 วิเคราะห์การหลอมเหลวของพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้จากแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02

2. การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของพอลิแซ็กคาไรด์ แบ่งออกเป็น 2 ชุด แต่ละชุดมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ผลิตและสกัดแยกพอลิแซ็กคาไรด์จากแบคทีเรียที่คัดแยกจากธรรมชาติ

2.2 ศึกษาลักษณะสมบัติทางเคมี และกายภาพของพอลิแซ็กคาไรด์

2.3 คัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ที่เหมาะสม ศึกษารูปแบบการเจริญ และการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์

2.4 พิสูจน์เอกลักษณ์ทางอนุกรมวิธานของแบคทีเรียที่ทำการคัดเลือก

3. การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์

3.1 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

3.2 การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยสารเคมี NTG

3.3 การคัดเลือกเชื้อและการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ในอาหารเหลวของแบคทีเรียสายพันธุ์กลาย

ผลการทดลอง

1. การพัฒนาสูตรอาหารสำหรับผลิตพอลิแซ็กคาไรด์โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำมาใช้ศึกษาชนิดของแหล่งคาร์บอน ได้แก่ ชานอ้อย ฟางข้าว รำข้าว แกลบ และกากน้ำตาล และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่นำมาใช้ศึกษาชนิดแหล่งไนโตรเจน ได้แก่ กากถั่วเหลือง กากเมล็ดทานตะวัน และกากงา ไม่สามารถนำไปใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนอินทรีย์เพื่อผลิตพอลิแซ็กคาไรด์จากแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 ได้ โดยหลังการพัฒนาสูตร พบว่าอาหารสูตรดัดแปลงใหม่ประกอบด้วยซูโครสความเข้มข้น 3.0% และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ความเข้มข้น 0.06% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนตามลำดับ และแมกนีเซียมซัลเฟต ความเข้มข้น 0.02% โดยน้ำหนักต่อปริมาตรเป็นแหล่งเกลือแร่ ภายใต้ภาวะที่ปรับค่าความเป็นค่ากรด-เบสเริ่มต้นที่ 6.5 อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ใน 6 ชั่วโมงแรก และปรับเป็น 40 องศาเซลเซียส ใน 6 ชั่วโมงต่อมา ทำให้สามารถผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้ปริมาณสูงสุดที่ 4.86 กรัมต่อลิตรของน้ำเลี้ยงเชื้อ การศึกษาสมบัติของพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได สอดคล้องกับที่มีการรายงานไว้ก่อนหน้าโดย พบว่าเป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ชนิดประจุลบ (acidic heteropolysaccharide) ประกอบด้วย ไซโลสเป็นส่วนใหญ่ โดยมีกลูโคสและโปรตีนเพียงเล็กน้อย อุณหภูมิที่หลอมเหลวของพอลิแซ็กคาไรด์ คือ 227.5 องศาเซลเซียส

2. การศึกษาองค์ประกอบและคุณสมบัติของพอลิแซ็กคาไรด์

พอลิแซ็กคาไรด์จากแบคทีเรียทั้งหมด 7 สายพันธุ์ คือ CU-CH1, CU-CH4, CU-E3, CU-F6, CU-M2, CU-M4 และ CU-M5 มีน้ำตาลแรมโนสและไซโลสเป็นองค์ประกอบหลัก และจากการวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิคเทอร์โมกราวิเมทริกแอนนาไลซิส (TGA) พบว่าพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากแบคทีเรีย 7 สายพันธุ์ มีความเสถียรที่อุณหภูมิสูง โดยมีช่วงอุณหภูมิการย่อยสลายตั้งแต่ 220-310 $^{\circ}C$ การศึกษาความสามารถการเป็น Emulsifier พบว่าพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากแบคทีเรียสายพันธุ์ CU-CH1, CU-CH4, CU-E3, CU-F6 มีความสามารถการเป็น Emulsifier โดย

สายพันธุ์ CU-CH4 มีความสามารถสูงสุด 21.94% เมื่อทดสอบในน้ำมันถั่วเหลือง และพบว่า พอลแซ็กคาไรด์ที่ผลิตจากแบคทีเรียสายพันธุ์ CU-CH1, CU-CH4 ละลายน้ำได้ดีที่อุณภูมิห้องและมีความหนืด การศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำของพอลิแซ็กคาไรด์จากแบคที่เรียทั้ง 7 สายพันธุ์ พบว่า พอลิแซ็กคาไรด์จาก CU-CH4 มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์จากแบคทีเรียทั้งหมด 7 สายพันธุ์พบว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ CU-CH4 มีประสิทธิภาพการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์สูงสุด โดยมีการผลิตสูงสุดที่ 2.380 กรัมต่อลิตร จึงคัดเลือกแบคทีเรียสายพันธุ์ CU-CH4 มาทำการศึกษาต่อ

นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียสายพันธุ์อื่นที่คัดแยกโดย สมฤดี ชุณหโรจน์ฤทธิ์ (2551) พบว่าแบคทีเรียทั้งหมดมีความสามารถในการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์สูง มีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เป็นองค์ประกอบของพอลิแซ็กคาไรด์ คือ แรมโนส, กลูโคส, ไซโลส และ กาแลคโตส มีความสามารถในการละลายน้ำ แต่ไม่สามารถละลายในสารละลายอินทรีย์ต่างๆ ได้ เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการอุ้มน้ำ พบว่า พอลิแซ็กคาไรด์ทั้งหมดมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ขณะที่พอลิแซ็กคาไรด์จากพันธุ์ EN14, EP04, EP11 และ EP14 มีความสามารถในการเป็น Emulsifier ในน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันมะกอก จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ EN14 มีอัตราส่วนน้ำหนักพอลิแซ็กคาไรด์ต่อน้ำหนักเซลล์สูงที่สุด คือ 0.84 และมีคุณสมบัติในการแยกเซลล์ออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อได้ดีกว่าแบคทีเรียสายพันธุ์อื่น ทั้งนี้ยังมีลักษณะทางเคมีและกายภาพที่น่าสนใจ ดังนั้นแบคทีเรียสายพันธุ์ EN14 อาจนำมาใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมได้

3. การปรับปรุงสายพันธุ์จุลินทรีย์

การชักนำแบคทีเรียสายพันธุ์ EN02 ให้กลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ติดตามด้วย NTG พบว่า แบคทีเรียที่ถูกชักนำด้วยแสงอัลตราไวโอเลตมีความสามารถในการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้สูงกว่าแบคทีเรียที่ถูกชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต และสาร NTG แบคทีเรียแบคทีเรียสายพันธุ์ UV1-8 และสายพันธุ์ UV1-9 โดยสามารถผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้สูงกว่าแบคทีเรียสายพันธุ์ดั้งเดิมถึง 8 และ 12 เท่า ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

Bromfield, S. M. 1954. Reduction of ferric compounds by soil bacteria. Gen. Microbiol. 11:1-6.

Ghose, T.K. 1987. Measurement of cellulose activities (Recommendations of Commission on Biotechnology IUPAC). Pure Appl. Chem. 59: 257-268.

Sternberg, D., Vijaykumar, P., and Reese, E.T. 1977. β-Glucosidase : microbial production and effect on enzymatic hydrolysis of cellulose. Can. J. Microbial. 23:139-147.

Tallgren, A. H., Airaksinen, U., Weissenberg, R. V., Ojamo, H., Kuusisto, J. and Leisola, M. 1998. Exopolysaccharide-Producing Bacteria from Sugar Beets. Appl. Envi. Microb. 65: 862–864.

การผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

Biosurfactant production by microorganism for food industry

จิราภรณ์ ธนียวัน[1,*], ไพเราะ ปิ่นพานิชการ[1], สุเทพ ธนียวัน[1], สุชาดา จันทร์ประทีป[1], วรรณา ตุลยธัญ[2], Masaaki Morikawa[3]

[1] ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] Graduate school of environmental earth science, Hokkaido University, Sapporo, Japan

บทคัดย่อ

Pichia anomala PY1 เป็นสายพันธุ์ยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่คัดแยกได้จากอาหารหมักพื้นบ้าน (ข้าวหมาก) ที่อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นยีสต์ทนร้อนที่สามารถเจริญ และผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 40 องศาเซลเซียส ซึ่งสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตได้จาก *Pichia anomala* PY1 เป็นสารลดแรงตึงผิวประเภทไกลโคลิพิด และมีมวลโมเลกุลเทียบเคียงกับโซโฟโรลิพิด ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาการพัฒนาสายพันธุ์โดยการการกลายพันธุ์ *Pichia anomala* PY1 เพื่อเพิ่มการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยทำการกลายพันธุ์ *Pichia anomala* PY1 ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต *Pichia anomala* PY1 ที่ 1% การอยู่รอด สามารถคัดเลือกสายพันธุ์กลาย (MU28) ได้และสายพันธุ์สามารถลดค่าแรงตึงผิวได้มากที่สุดจาก 52.5 มิลลินิวตันต่อเมตรเป็น 39 มิลลินิวตันต่อเมตร ขณะที่ให้พื้นที่กระจายน้ำมันสูงสุดเท่ากับ 17.56 ตารางเซนติเมตร ในอาหารเหลวกำหนดสูตรที่มีน้ำมันถั่วเหลือง 4% เป็นแหล่งคาร์บอน ที่อุณหภูมิ 30 องศาซลเซียส จากการทดสอบความเสถียรพบว่าทั้งนี้ยีสต์สายพันธุ์กลาย MU28 สามารถแสดงการกระจายน้ำมันได้ดีที่สุดบนอาหารแข็ง Yeast Malt Extract ที่มีน้ำมันดิบกระจายอยู่ทั่วในรุ่นแรก 1.3 ถึง 1.8 เซนติเมตร ต่อมาในรุ่นที่ 5 จะมีค่าลดลงเล็กน้อย ส่วนยีสต์สายพันธุ์ PY1 สามารถแสดงการกระจายน้ำมันได้คงที่ จากนั้นนำ MU28 มาทำการกลายพันธุ์อีกครั้งด้วยสาร Ethyl methane sulphonate (EMS) หลังจากทำการคัดเลือกที่ 2.3% การอยู่รอด พบว่าสายพันธุ์กลายของ MU28 (MUE24) นั้นให้ค่าการกระจายน้ำมันเท่ากับ 17.64 ตารางเซนติเมตร และค่าแรงตึงผิวต่ำสุด 35 มิลลินิวตันต่อเมตรในวันที่ 5 และเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ PY1 แล้วสามารถให้พื้นที่กระจายน้ำมันได้ดีกว่า PY1 ประมาณ 3.1 เท่า และเร็วกว่าสายพันธุ์เดิม

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

วิธีการทดลอง

1. การกลายพันธุ์จุลินทรีย์

1.1. การกลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต

โดยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ระยะห่างจากแสง 10 เซนติเมตร โดยมีระยะเวลาให้การฉายแสงต่างๆกันที่ 2, 4, 5, 6, 8, 10, 12 และ 14 วินาที

1.2. การกลายพันธุ์ ด้วยสาร Ethyl methanesulfonate (EMS)

โดยการเติมสาร EMS ปริมาตร 20, 25, 30, 35 และ 40 ไมโครลิตร

2. คัดเลือกสายพันธุ์กลายที่สามารถเจริญ และให้ผลผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่สูงกว่าสายพันธุ์เดิม และทดสอบความเสถียรของสายพันธุ์กลาย

การคัดเลือกสายพันธุ์กลายจากจานเพาะเลี้ยงเชื้อในข้อ 1 ที่มีค่าร้อยละการรอดในช่วง 1-10% สำหรับการกลายพันธุ์ด้วยแสงอัลตราไวโอเลต และ 0-50 % สำหรับการกลายพันธุ์ด้วยสาร EMS จากนั้นทำการคัดเลือกบนอาหารแข็ง อาหารเหลว และติดตามความเสถียรของยีสต์สายพันธุ์กลาย

3. หาภาวะที่เหมาะสมต่าง ๆในการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของสายพันธุ์กลาย

3.1. การหาชนิดของแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงชีวภาพ

3.2. การหาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

3.3. การหาชนิดแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

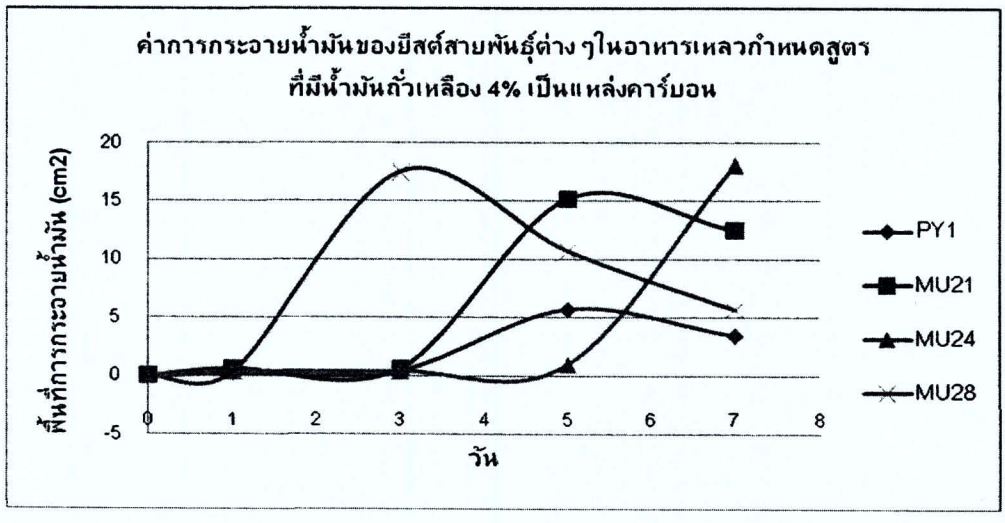
3.4. การหาปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

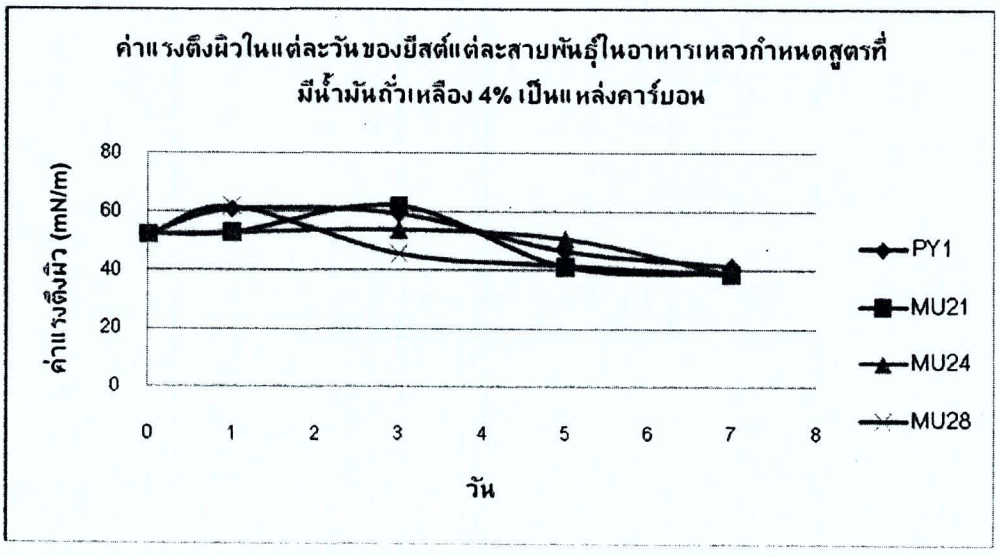
ผลการทดลอง

ทำการกลายพันธุ์สายพันธุ์ PY1 ด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต และได้สายพันธุ์กลาย 104 สายพันธุ์ เมื่อทำการเพาะเลี้ยงสายพันธุ์ PY1 และสายพันธุ์กลายในอาหารเหลวกำหนดสูตรที่มีน้ำมันถั่วเหลือง 4% เป็นแหล่งคาร์บอนพบว่ายีสต์สายพันธุ์ PY1 และสายพันธุ์กลายสามารถให้พื้นที่การกระจายน้ำมันได้ดีมากกว่าการใช้อาหารเหลวกำหนดสูตรที่มีกลูโคส 8% เป็นแหล่งคาร์บอน ซึ่งผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์กลาย MU21 สามารถให้พื้นที่กระจายน้ำมันได้ดีที่สุดในวันที่ 5 เป็น 15.26 ตารางเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ PY1 แล้ว MU21 สามารถให้พื้นที่กระจายน้ำมันได้ดีกว่า PY1 ประมาณ 2.67 เท่า และลดค่าแรงตึงผิวของน้ำเลี้ยงเชื้อจาก 52.5 มิลลินิวตันต่อเมตรเป็น 41.5 มิลลินิวตันต่อเมตร สายพันธุ์กลาย MU24 สามารถให้พื้นที่กระจายน้ำมันได้ดีที่สุดในวันที่ 7 เป็น 18.09 ตารางเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ PY1 แล้วสามารถให้พื้นที่กระจายน้ำมันได้ดีกว่า PY1 ประมาณ 3.16 เท่า และลดค่าแรงตึงผิวของน้ำเลี้ยงเชื้อจาก 52.5 มิลลินิวตันต่อเมตร เป็น 39 มิลลินิวตันต่อเมตร ส่วนสายพันธุ์กลาย MU28 สามารถลดค่าแรงตึงผิวได้มากที่สุดในวันที่ 7 จาก 52.5 มิลลินิวตันต่อเมตรเป็น 39 มิลลินิวตันต่อเมตร ขณะที่ให้พื้นที่กระจายน้ำมันสูงสุดเท่ากับ 17.56 ตารางเซนติเมตรในวันที่ 3 ในอาหารเหลวกำหนดสูตรที่มีน้ำมันถั่วเหลือง 4% เป็นแหล่งคาร์บอน และเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ PY1 แล้วสามารถให้พื้นที่กระจายน้ำมันได้ดีกว่า PY1

ระมาณ 3.1 เท่า จากนั้นนำ MU28 มาทำการกลายพันธุ์อีกครั้งด้วยสาร Ethyl methane ılphonate (EMS) หลังจากทำการคัดเลือกที่ 36.36-2.14% การอยู่รอด พบว่าสายพันธุ์กลายของ U28 (MUE24) นั้นให้ค่าการกระจายน้ำมันเท่ากับ 17.64 ตารางเซนติเมตร และค่าแรงดึงผิวต่ำสุด 5 มิลลินิวตันต่อเมตรในวันที่ 5 และเมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์ PY1 แล้วสามารถให้พื้นที่กระจายามันได้ดีกว่า PY1 ประมาณ 3.1 เท่า และเร็วกว่าสายพันธุ์ดั้งเดิม

สายพันธุ์	วัน	พื้นที่การกระจายน้ำมัน (cm^2)	ΔST
PY1	7	3.46	10.8
MU21	5	15.26	11.0
MU24	7	18.09	13.5
MU28	3,7	17.56	13.5
MUE24	5	17.64	17.5





เอกสารอ้างอิง

ธนัสถา เชียงอุทัย. 2549. การผลิตและลักษณะสมบัติของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากยีสต์ที่คัดเลือกได้ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผกามาศ ราชมณฑรี. 2551. ผลของการเสริมน้ำตาลต่อการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพโดย *Pichia anomala* PY1 และลักษณะของสารที่ได้ วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Casas, J. A., S. Garcia de Lara, and F. Garcia-Ochoa. 1997. Optimization of a synthetic medium for *Candida bombicola* growth using factorial design of experiments. *Enz. Microb. Technol.* **21**:221229.

Cooper, D. G., and J. E. Zajic. 1980. Surface-active compounds from microorganisms. *Adv. Appl. Microbiol.* **26**:229-253.

Desai, J. D., and I. M. Banat. 1997. Microbial production of surfactant and their commercial potential. *Microbiol.Mol. Biol. Rev.* **61**:47-64.

Gumienna, M., M. Czarnecka, and Z. Czarnecki. 2005. Effect of selected lipid substrate on the process of biosynthesis of surface-active compounds by the *Candida bombicola* yeasts. [Online]. http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue2/art-12.html. (Aug. 8, 2008)

Kim, S. Y., D. K. Oh, K. H. Lee, J. H. Kim. 1997. Effect of soybean oil and glucose on sophorose lipid fermentation by *Torulopsis bombicola* in continuous culture. *Appl. Microbiol Biotechnol* **48**: 23±26

Kosaric, N., W. L. Cairns, N. C. C. Gray, D. Stechey, and J. Wood. 1984. The role of nitrogen in multiorganism strategies for biosurfactant production. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **61**:1735-1743.

Mahmoud, Y.A. 1999. Effect of ethyl methane sulphonate on biomass and protein production by *Candida tropicalis*. *Cytobios* ;99(391):123-8

Mukherjee, S., P. Das, and R. Sen. 2006. Towards commercial production of microbial surfactants. *Trends in Biotechnology* **24** (11):509-515.

Passoth, V., E. Fredlund, U. Druvefors, and J. Schnürer. 2006. Biotechnology physiology and genetics of the yeast *Pichia anomala*. *FEMS Yeast Res.* 6 (1):3–13.

Thaniyavarn, J., T. Chainguthai, P. Sangvanich, N. Roongsawang, K. Washio, M. Morokawa, and S. Thaniyavarn. 2008. Production of sophololipid biosurfactant by *Pichia anomala*. Biosci. Biotechnol. Biochem. **72** (8): 2061–2068.

Winston, F. 2008. EMS and UV mutagenesis in yeast. In: Curr. Protoc. Mol. Biol.: John Wiley and Sons. Inc., Massachusetts, p. 13.13B.1-13.13B.5.

การคัดสายพันธุ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

Chilli and Sesamin Variety Selection for the Applications in Food Industry and Food Supplements

วรินทร ชวศิริ*, สันติ ทิพยางค์, ธรรมนูญ หนูจักร, ปรีชา ภูวไพรศิริศาล, ลักษณา ดูบาส และ พัฒทรา สวัสดี

หน่วยวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

พริก เป็นอาหารที่อยู่คู่อาหารของคนไทยมานาน พริกมีสารสำคัญ คือ สารที่ให้ความเผ็ด หรือ แคพไซซินอยด์ และ สารที่ให้สี หรือ คาโรทีนอยด์ สารเหล่านี้มีประโยชน์ทางเภสัชวิทยามากมาย เช่น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ กระตุ้นสมองส่วนกลางให้หลั่งสารเอนโดร์ฟิน ทำให้ผ่อนคลายและลดความดันโลหิต เป็นต้น ในงานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาเทคนิคการสกัดแคพไซซินอยด์ในพริก รวมทั้งการเปลี่ยนสารสกัดพริกให้อยู่ในรูปของฟิล์มเพื่อประโยชน์การใช้งานที่ง่ายขึ้นและเพิ่มมูลค่าของพริก

ในการพัฒนาเทคนิคการสกัดแคพไซซินอยด์ในพริก ได้ใช้เทคนิคไมโครเวฟแอสซิสต์เอ็กซ์แทร็กชัน (microwave-assisted extraction, MAE) และการวิเคราะห์ด้วยไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี โดยศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ต่อประสิทธิภาพการสกัดด้วยวิธี factorial design โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายสกัด ซึ่งตัวแปรที่ทำการศึกษาได้แก่ กำลังของเครื่องไมโครเวฟ (400-800 วัตต์) เวลาในการสกัด (3-10 นาที) และปริมาตรของเอทานอล (10-30 มิลลิลิตร) จากการทดลองพบว่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กำลังของเครื่องไมโครเวฟ ระยะเวลาในการสกัด และปริมาตร รวมทั้งปัจจัยร่วมระหว่างกำลังและเวลา และกำลังและปริมาตรมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัด อย่างไรก็ตามปัจจัยร่วมระหว่างปริมาตรและเวลามีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดน้อย ภาวะการทดลองที่เหมาะสมได้แก่ กำลังเครื่อง 800 วัตต์ ทำการสกัดนาน 3 นาที โดยใช้เอทานอล 20 มิลลิลิตร

นอกจากนี้ยังได้ทำการวิจัยการเพิ่มมูลค่าของพริก โดยเปลี่ยนรูปสารสกัดพริกให้อยู่ในรูปฟิล์มละลายเร็ว เพื่อประโยชน์การใช้งานที่ง่ายขึ้น เช่น ใช้ใส่ในอาหารร้อนแทนการใช้พริกป่น โดยได้ใช้ hydroxypropylmethylcellulose (HMPC) และ polyvinylpyrrolidone (PVP) เป็นสารก่อฟิล์ม ร่วมกับการใช้กลีเซอรีน เพื่อให้ฟิล์มมีความยืดหยุ่นที่ดี จากการทดลองเบื้องต้น พบว่าสารสกัดพริก หรือโอลิโอเรซิน ไม่สามารถรวมเป็นเนื้อเดียวได้ดีกับสารก่อฟิล์ม ทำให้ผิวฟิล์มมีน้ำมันของสารสกัดพริกอยู่มาก ดังนั้น จึงได้ทำการเตรียมสารผสมพริกก่อนนำไปทำเป็นฟิล์ม โดยนำสารสกัดพริกมากวนกับโพลิเมอร์ชนิดหนึ่งเพื่อให้สารสกัดพริกสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น เมื่อนำไปขึ้นรูปเป็นฟิล์ม พบว่าให้ลักษณะการกระจายของพริกในเนื้อฟิล์มดีขึ้นอย่างมาก ผิวไม่มีน้ำมันไหลเยิ้มออกมา แต่ยังพบปัญหาของการลอกฟิล์มออกจากเพลทแก้ว

งา นิยมใช้ในการประกอบอาหาร เมล็ดงาประกอบด้วยมีไขมัน โปรตีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย 2 ชนิด คือ methionine และ tryptophan ซึ่งพบได้น้อยในพืชชนิดอื่น นอกจากนี้เมล็ดงามีลักษณะเด่นกว่าพืชชนิดอื่น คือ มีสารในกลุ่ม lignan ได้แก่ sesamin และ sesamolin ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักและมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีสารในกลุ่มเดียวกันอีกหลายชนิด เช่น sesamol, sesamolinol และ pinoresinol นอกจากนี้ยังพบว่า sesamin และ sesamolin มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่สำคัญหลายอย่าง เช่น ลดความเป็นพิษของสารเคมีที่มีผลต่อตับ สมบัติ antioxidative stress ในเซลล์สมอง ลดความดันโลหิตสูง ลดอาการบวมอักเสบและโรคภูมิแพ้ สำหรับกากงาที่เหลือจากการสกัดน้ำมันแล้ว จะมีสารกลุ่ lignan glucoside ที่สำคัญได้แก่ sesaminol diglucoside และ sesaminol triglucoside ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์คล้ายกับสารกลุ่ม lignan ชนิดอื่น เพียงแต่มีขั้วมากกว่าและละลายได้ดีในอัลกอฮอล์

กากงา (*Sesamum indicum* pulp) เป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันงา ซึ่งประกอบด้วยสารกลุ่ม sesaminol glucoside ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพมากมายรวมทั้งสมบัติด้านอนุมูลอิสสระ การสกัดสารกลุ่ม sesaminol glucoside จากกากงาก่อนส่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์เป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือใช้ ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาการสกัดสารกลุ่มดังกล่าวโดยการใช้โพลิเมอริกเรซิน ในที่นี้เลือกใช้ Diaion HP20 ซึ่งเป็นโพลิเมอริกเรซินที่นิยมใช้ในการสกัดสารกลัยโคไซด์ซึ่งเป็นสารที่มีขั้ว จากการวิจัยพบว่าการใช้ Diaion HP20 ในการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ระบบ คือ 85:15 MeOH-H_2O, 85:15 EtOH-H_2O และ 85:15 propanol-H_2O ให้ปริมาณ sesaminol glucoside ใกล้เคียงวิธีเดิมของ Moazzami แต่ประหยัดเวลากว่า

ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ

Fruit coated mineral supply for healthy aging

สเตฟอน ดูบาส[a*], ลักษณา ดูบาส[b]

[a]สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

[b]ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

พื้นผิวของผลไม้ได้ผ่านการดัดแปรด้วยพอลิเมอร์ทางชีวภาพด้วยเทคนิค Layer-by-Layer โดยการเคลือบผลไม้ด้วยวิธีดังกล่าวจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางธรรมชาติของพื้นผิวผลไม้จากความไม่ชอบน้ำมาเป็นความชอบน้ำ โดยผลไม้ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย ฝรั่ง แอบเปิ้ล และมะม่วง โดยพื้นผิวของผลไม้จะถูกดัดแปรโดยการสลับการจุ่มผลไม้ลงในสารละลายพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีประจุบวกและประจุลบโดยที่สารละลายพอลิเมอร์ที่นำมาใช้ ในการเคลือบผลไม้ได้แก่ พอลิไดอัลลิลไดเมธิลแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีประจุบวก และพอลิสไตรีนซัลโฟเนตที่มีประจุลบ ความชอบน้ำของพื้นผิวประเมินโดยวัดมุมสัมผัสที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิว(surface contact angle) ค่ามุมสัมผัสที่เกิดขึ้นพบว่ามีค่าลดลงตามลำดับจาก 90 องศาของผลไม้ที่ไม่ผ่านการเคลือบ ลดลงเป็น 45 องศา และ 30 องศา หลังจากเคลือบผิวผลไม้ด้วยฟิล์มบาง 2 และ 4 ชั้น ยิ่งไปกว่านั้นการเพิ่มขึ้นของจำนวนชั้นฟิล์มที่ใช้ในการเคลือบ จะส่งผลให้ผิวของผลไม้มีความชอบน้ำมากยิ่งขึ้นเนื่องจาก มีค่ามุมสัมผัสที่ต่ำมากเกินกว่าที่จะตรวจวัดได้

บทนำ

ประเทศไทยได้รับสมยานามว่า "ครัวของโลก" อันเนื่องมาจากปริมาณการส่งออกอาหารและผลไม้เป็นอันดับต้นๆของโลก โดยมีการส่งออกผลไม้หลากหลายชนิดเช่น มะม่วง ฝรั่ง มังคุด กล้วย ส้ม ฯลฯ ไปยังแถบประเทศในทวีปยุโรป ซึ่งใช้ระยะเวลาในการขนส่งสินค้าที่ยาวนานเป็นเหตุให้ผลไม้เกิดการเน่าเสียก่อนถึงมือผู้บริโภค ได้มีการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการขนส่งทางอากาศซึ่งมีต้นทุนในการขนส่งสูงเมื่อเทียบกับการขนส่งทางน้ำ ดังนั้นการแก้ปัญหาอีกวิธีหนึ่งคือการยืดอายุในการเก็บรักษาผลไม้เพื่อการขนส่งทางน้ำที่ต้องใช้ระยะเวลายาวนานกว่าทางอากาศ เป็นเหตุให้งานวิจัยทางด้านอาหารได้รับความสนใจสูง

การใช้พอลิเมอร์ทางชีวภาพจึงถือเป็นทางเลือกที่ดึงดูดแก่อุตสาหกรรมส่งออกผลไม้ โดยพอลิเมอร์ทางชีวภาพอันได้แก่ ไคโตซาน เจลาติน อัลจิเนต ได้นำมาใช้เพื่อยืดอายุของผลไม้เนื่องมาจากสมบัติการต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ควบคุมการแพร่ผ่านเข้าออกของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณผิวของผลไม้ได้ การเคลือบผิวผลไม้ด้วยพอลิเมอร์ทางชีวภาพนั้นยังมี

สมบัติการต้านแบคทีเรีย ต้านเชื้อรา ควบคุมการแพร่ผ่านเข้าออกของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณผิวของผลไม้ได้ การเคลือบผิวผลไม้ด้วยพอลิเมอร์ทางชีวภาพนั้นยังมีปัญหาอันเนื่องมาจากลักษณะความไม่ชอบน้ำของผิวผลไม้ทำให้การเคลือบด้วยพอลิเมอร์ทางชีวภาพมีความไม่สม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันในขั้นตอนการเคลือบผิว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการใช้เทคนิคการเคลือบผิวผลไม้ด้วยสารพอลิอิเล็กทรอไลท์เป็นฟิล์มบางหลายชั้นเพื่อทำหน้าที่เป็นยึดระหว่างผิวผลไม้และพอลิเมอร์ชีวภาพ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ในมีระยะเวลายาวนานขึ้น

วิธีการทดลอง

วัสดุและสารเคมี

พอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (น้ำหนักโมเลกุล 200,000-350,000) และพอลิสไตรีนซัลโฟเนต (น้ำหนักโมเลกุล 70,000) สั่งซื้อจากบริษัทอัลดริช ประเทศไทย ไคโตซาน สั่งซื้อจากบริษัทซีเฟรชไคโตซาน (แล็บ) จำกัด ประเทศไทย ส่วนผลไม้สดที่ใช้สำหรับเคลือบฟิล์มได้แก่ ฝรั่ง มะม่วง แอบเปิ้ลเขียว แอบเปิ้ลแดง และชมพู่ ซื้อจากท็อปซุปเปอร์มาร์เก็ต ประเทศไทย

การเคลือบผิวผลไม้ด้วยฟิล์มบางหลายชั้นของพอลิอิเล็กโตรไลต์โดยเทคนิค Layer-by-Layer

สารละลายพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ (พอลิอิเล็กโตรไลท์ประจุบวก) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ และสารละลายพอลิสไตรีนซัลโฟเนต (พอลิอิเล็กโตรไลท์ประจุลบ) ความเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ เพื่อใช้ในการเคลือบผิวผลไม้ ได้แก่ ฝรั่ง มะม่วง แอบเปิ้ลเขียว แอบเปิ้ลแดง และชมพู่ โดยเป็นการเคลือบผิวผลไม้สลับชั้นระหว่างพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ กับพอลิสไตรีนซัลโฟเนต ด้วยเทคนิค Layer-by-Layer เพื่อสร้างเป็นฟิล์มบางหลายชั้นลงบนผิวของผลไม้เพื่อช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาโดยที่ไม่ทำให้คุณลักษณะและคุณภาพของผลไม้เปลี่ยนแปลงไป

โดยในขั้นแรก ทำการล้างผลไม้ด้วยน้ำเปล่าให้สะอาดและผึ่งให้แห้ง จากนั้นทำการจุ่มผลไม้ลงในสารละลายพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำผลไม้ที่ได้ดังกล่าวล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งเพื่อกำจัดพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ส่วนที่ไม่ได้ติดอยู่บนผิวผลไม้ออกไป ทั้งนี้บริเวณผิวผลไม้จะถูกเคลือบด้วยพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์เป็นชั้นแรก

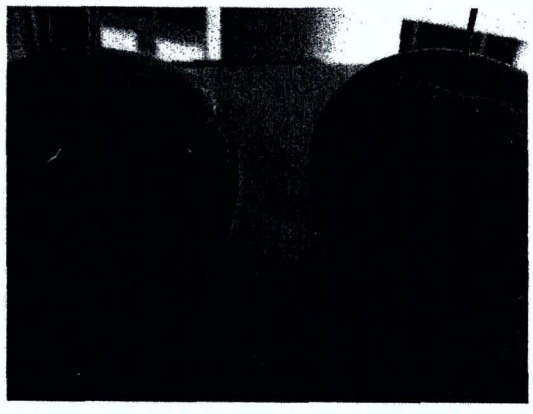
จากนั้นนำผลไม้ที่ผ่านการเคลือบด้วยพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์มาจุ่มในสารละลายพอลิสไตรีนซัลโฟเนตเข้มข้น 10 มิลลิโมลาร์ เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำผลไม้ที่ได้ดังกล่าวล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งเพื่อกำจัดพอลิสไตรีนซัลโฟเนต ส่วนที่ไม่ได้ติดอยู่บนผิวผลไม้ออกไป ซึ่งผิวของผลไม้ดังกล่าวจะถูกเคลือบด้วยพอลิสไตรีนซัลโฟเนตเป็นชั้นที่สอง เนื่องจากพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์สามารถจับกับพอลิสไตรีนซัลโฟเนตด้วยแรงดึงดูดระหว่างประจุที่ตรงกันข้าม

ขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นจะถูกทำซ้ำเพื่อเคลือบผิวผลไม้ด้วยฟิล์มบางหลายชั้นระหว่างพอลิไดอัลลิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์และพอลิสไตรีนซัลโฟเนต จำนวน 2 ชั้นและ 4 ชั้น

การทดสอบแรงตึงผิวของผิวผลไม้ที่ผ่านการเคลือบด้วยฟิล์มบางหลายชั้นเปรียบเทียบกับผิวผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ (Surface contact angle measurement)

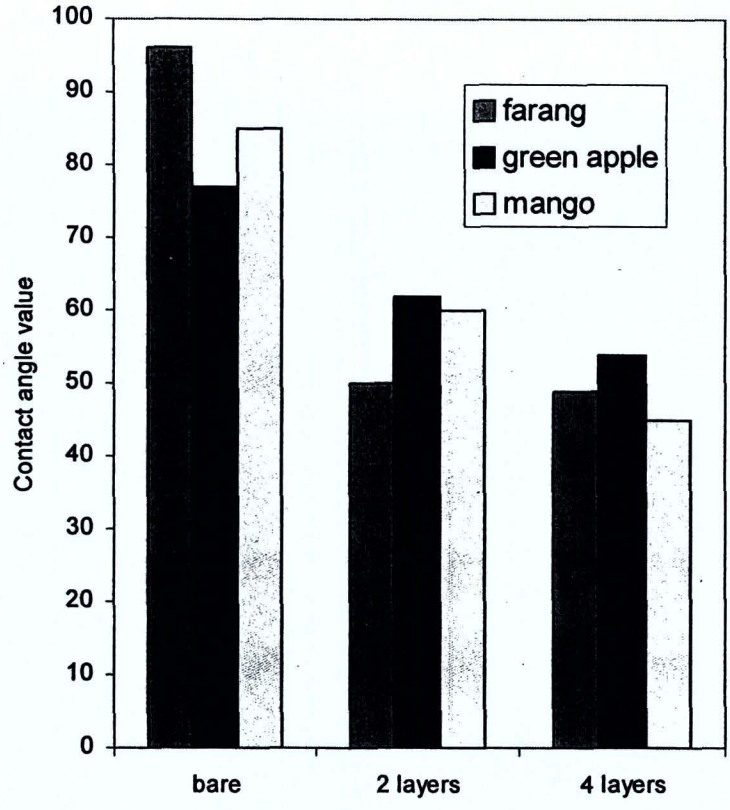
ขั้นตอนแรกทำการหยดน้ำปริมาตร 10 ไมโครลิตร ลงบนผิวผลไม้ที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยฟิล์มบางหลายชั้นแล้วทำการถ่ายภาพและวัดมุมของหยดน้ำที่อยู่บนพื้นผิวผลไม้ที่เกิดขึ้น ณ. เวลาต่างๆ โดยเปรียบเทียบกับผลไม้ที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ เพื่อศึกษาคุณสมบัติความเป็น hydrophobic และ hydrophilic ที่เปลี่ยนแปลงไปบนผิวผลไม้ทั้งก่อนและหลังเคลือบ

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง



รูปที่1: ภาพถ่ายผลแอปเปิ้ลที่ผ่านการเคลือบ (ซ้าย) และไม่ผ่านการเคลือบ (ขวา) ที่ผ่านการพ่นน้ำ

จากรูปที่1 แสดงผลของการเคลือบผิวแอปเปิ้ลด้วยพอลิอิเล็กทรอไลท์เป็นฟิล์มบางหลายชั้นเทียบกับผิวแอปเปิ้ลที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบ ซึ่งผิวแอปเปิ้ลที่เคลือบด้วยพอลิอิเล็กทรอไลท์เป็นฟิล์มบางหลายชั้นนั้นมีลักษณะที่ชอบน้ำแตกต่างจากผิวของแอปเปิ้ลที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบที่แสดงลักษณะความไม่ชอบน้ำอย่างชัดเจน ดังจะเห็นได้จากการเทียบของลักษณะหยดน้ำบนผิวของแอปเปิ้ลที่เกิดขึ้น บนผิวแอปเปิ้ลที่ไม่ได้ผ่านการเคลือบจะแสดงลักษณะหยดน้ำที่เกาะบริเวณพื้นผิวอย่างชัดเจน แต่บนผิวแอปเปิ้ลที่เคลือบด้วยพอลิอิเล็กทรอไลท์เป็นฟิล์มบางหลายชั้นแสดงลักษณะผิวที่เรียบของน้ำที่ทำการฉีดลงไปซึ่งเป็นลักษณะของพื้นผิวที่ชอบน้ำ



รูปที่2: ผลของการเคลือบด้วยพอลิอิเล็กทรอไลท์เป็นฟิล์มบางหลายชั้นบนพื้นผิวของผลไม้ (ฝรั่ง, แอปเปิ้ลเขียว และมะม่วง) ต่อค่ามุมสัมผัส

จากรูปที่ 2. แสดงผลกระทบคุณสมบัติทางธรรมชาติของการเคลือบผิวผลไม้ โดยสามารถที่จะสรุปได้ว่า ฝรั่ง แอเปิล และมะม่วงมีคุณสมบัติการไม่ชอบน้ำ โดยค่าการวัดมุมสัมผัสของหยดน้ำบนพื้นผิวมีค่าระหว่าง 80-90 องศา ภายใต้การเคลือบผิวฟิล์มบางหลายชั้นทำให้พื้นผิวผลไม้มีคุณสมบัติการชอบน้ำต่ำลงในช่วงระหว่าง 45-55 อาศา

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าผิวผลไม้ที่ผ่านการเคลือบด้วยฟิล์มบางหลายชั้นสามารถเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของผลไม้โดยเพิ่มคุณสมบัติความชอบน้ำให้กับพื้นผิวของผลไม้เพื่อสามารถนำไปใช้สำหรับการเคลือบพื้นผิวของผลไม้ด้วยพอลิเมอร์ชีวภาพต่อไป

สารสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ

Active Constituents and Quality Assessment of Food Supplements from *Kaempferia parviflora*

สันติ ทิพยางค์*, วรินทร ชวศิริ, ปรีชา ภูวไพรศิริศาล, พัฒทรา สวัสดี, ไพฑูรย์ รัชตะสาคร
หน่วยวิจัยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ฟลาโวนอยด์ 10 ชนิด ที่แยกได้จากเหง้ากระชายดำ (KD) เมื่อทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส ด้วยวิธี microplate assay พบว่า สาร **7** (5,7-dimethoxyflavone) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรสค่อนข้างสูง เท่ากับ 84.6% ส่วนสาร **6** (5,7,4′-trimethoxy-flavone) มีฤทธิ์ยับยั้งเพียง 46.2 % สำหรับการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสของสารไนโตรฟลาโวน (สาร **1-2**) อะมิโนฟลาโวน (สาร **3-4**) และเอไมด์ฟลาโวน (สาร **5-6**) ที่สังเคราะห์ได้ พบว่า ค่า % การยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/ml ของสาร **1** (2-(3-nitro-phenyl)-chromen-4-one) จะให้ % การยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสสูงสุด เท่ากับ 72.58 % ส่วนฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส พบว่าสาร **5** (N-[3-(4-oxo-4H-chromen-2-yl)-phenyl]-cetamide) จะให้ % การยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรสสูงสุด เท่ากับ 69.45 % ในการแปรรูปกระชายดำผง โดยวิธีการทำให้แห้งแบบแช่แข็ง (freeze-dry) พบว่า วิธี ก (สกัดด้วยน้ำ) จะดีกว่าวิธี ข (สกัดด้วย 50% น้ำ-เมทานอล) เนื่องจากวิธี ข จะดูดความชื้นเมื่อวางทิ้งไว้ แต่เมื่อทำการวิเคราะห์หาสารสำคัญด้วยเทคนิค GC ของการสกัดด้วยน้ำ (วิธี ก) พบว่าไม่มีปริมาณสาร 6 และ 7 ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นส่วนประกอบ

วิธีการทดลอง

1. แยกสารบริสุทธิ์ในสิ่งสกัดเฮกเซน (สาร **1-3**) และไดคลอโรมีเทน (สาร **4-10**) ได้สารฟลาโวนอยด์ประเภทฟลาโวนที่มีปริมาณมากพอ 10 ชนิด ที่จะนำไปทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสและบิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส

2. การสังเคราะห์ไนโตรฟลาโวน (สาร **1-2**) อะมิโนฟลาโวน (สาร **3-4**) และเอไมด์ฟลาโวน (สาร **5-6**)

2.1 การสังเคราะห์ไนโตรฟลาโวน

สังเคราะห์โดยผ่าน 3 ขั้นตอน โดยเริ่มจากการเตรียม nitro-benzyl chloride (**b**) โดยนำ nitrobenzoic acid ในตัวทำละลายเบนซีน นำมาเติม $SOCl_2$ รีฟลักซ์เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 1 นำ *o*-hydroxyacetophenone (**C**) มาทำปฏิกริยา esterification โดยการเติม pyridine ตามด้วย **b** ภายใต้บรรยากาศของไนโตรเจน เติม HCl จะได้ nitro-benzoic acid 2-acetyl-phenyl ester (**d**)

ขั้นตอนที่ 2 นำผลิตภัณฑ์ **d** ที่ได้จากขั้นตอนแรก มาทำปฏิกริยา acyl rearrangement โดยการเติม KOH ตามด้วย pyridine จะได้ 1-(2-hydroxy-phenyl)-3-(nitro-phenyl)-propane-1,3-dione (**e**)

ขั้นตอนที่ 3 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากขั้นตอน 2 มาทำปฏิกริยา cyclization โดยการเติม glacial acetic acid และ H_2SO_4 ให้ความร้อนและรีฟลักซ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้ 2-(3-nitro-phenyl)-chromen-4-one (**1**) และ 2-(4-nitro-phenyl)-chromen-4-one (**2**)

2.2 การสังเคราะห์อะมิโนฟลาโวน

ขั้นตอนที่ 1 นำ nitroflavone มาทำปฏิกิริยา reduction of nitro group โดยการเติม HOAc และ conc. HCl จากนั้นค่อยๆ เติม Sn จะได้ 2-(3-nitro-phenyl)-chromen-4-one (**3**)

ขั้นตอนที่ 2 นำ nitroflavone เติม Pd/C(10%) จากนั้นเติม NH_4HCO_2 และ MeOH จะได้ 2-(4-amino-phenyl)-chromen-4-one (**4**)

2.3 การสังเคราะห์เอไมด์ฟลาโวน

นำ aminoflavone มาทำปฏิกิริยา acylation โดยการเติม Ac_2O และ triethylamine จากนั้นเติม CH_2Cl_2 จะได้ N-[3-(4-oxo-4H-chromen-2-yl)-phenyl]-acetamide (**5**) และ N-[4-(4-oxo-4H-chromen-2-yl)-phenyl]-acetamide (**6**)

3. การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ

2.1 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสและบิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส ด้วยวิธี TLC assay [1]

2.2 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสและบิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส ด้วยวิธี microplate [2]

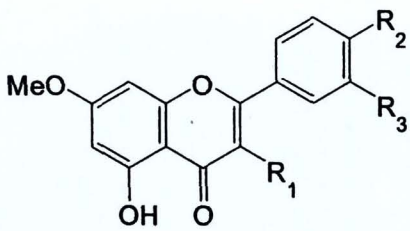
4. การเตรียมกระชายดำผง โดยวิธีการทำให้แห้งแบบแช่แข็ง (freeze-dry)

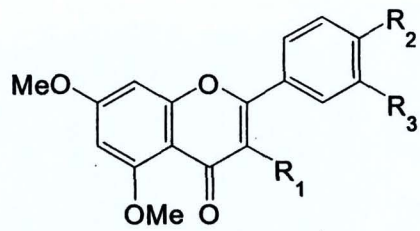
วิธีที่ 1 สกัดด้วยน้ำ แล้วนำไปทำให้แห้งแบบแช่แข็ง (freeze-dry)

วิธีที่ 2 สกัดด้วย 50% เมทานอล-น้ำ แล้วนำไปทำให้แห้งแบบแช่แข็ง (freeze-dry)

ผลการทดลอง

1. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส ด้วยวิธี microplate ของสารที่แยกได้จากกระชายดำ (**1-10**) พบว่าสาร **7** (84.6 %) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรสสูงสุด ตามด้วย สาร **6** (46.2 %), **10** (22.8 %), **8** (17.9 %) และ **9** (16.5 %) ตามลำดับ





1, R_1 = OMe; R_2 = R_3 = H

2, R_1 = R_2 = R_3 = H

3, R_1 = R_2 = OMe; R_3 = H

4, R_1 = R_2 = R_3 =OMe

10, R_1 = R_3 = H; R_2 = OMe

5, R_1 = OMe; R_2 = R_3 = H

6, R_1 = R_3 = H; R_2 =OMe

7, R_1 = R_2 = R_3 = H

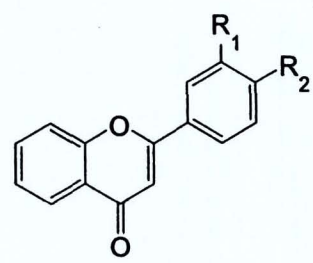
8, R_1 = R_2 = OMe; R_3 = H

9, R_1 = R_2 = R_3 = OMe

รูปที่ 1 โครงสร้างของฟลาโวนที่แยกได้ (**1-10**)

นอกจากนี้ จากเอกสารอ้างอิง[3] ที่ผ่านมาพบว่าสาร **2** และ **4** มีฤทธิ์ต้านภูมิแพ้ (antiallergic activity) โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 20.6 และ 8.0 μM ตามลำดับ เมื่อเทียบกับสารมาตราฐาน ketotifen fumarate (IC_{50}= 47.50 μM)

2. การสังเคราะห์ไนโตรฟลาโวน (สาร **1-2**) อะมิโนฟลาโวน (สาร **3-4**) และเอไมด์ฟลาโวน (สาร **5-6**) พบว่า มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรสและบิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส



1, R_1 = $-NO_2$

2, R_2 = $-NO_2$

3, R_1 = $-NH_2$

4, R2 = $-NH_2$

5, R_1 = $-NH(CO)CH_3$

6, R_2 = $-NH(CO)CH_3$

รูปที่ 2 โครงสร้างของอนุพันธ์ฟลาโวนสังเคราะห์ (สาร **1-6**)

3. จากผลการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ของสารที่สังเคราะห์ได้ (**1-6**) พบว่า ค่า % การยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส ที่ความเข้มข้น 0.1 mg/ml ของสาร **1** จะ

ให้ % การยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสสูงสุด (72.58%) ส่วนฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส พบว่าสาร **5** จะให้ % การยับยั้งเอนไซม์บิวทิริลโคลีนเอสเตอเรสสูงสุด (69.45 %) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสและบิวทิริลโคลีนเอสเตอเรสของสารไนโตรฟลาโวน (สาร **1-2**) อะมิโนฟลาโวน (สาร **3-4**) และเอไมด์ฟลาโวน (สาร **5-6**) ที่สังเคราะห์ได้

สาร	% ยับยั้งอะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส	% ยับยั้งบิวทิริลโคลีนเอสเตอเรส
1	72.58	67.74
2	62.25	25.00
3	70.87	63.24
4	15.13	63.67
5	21.75	69.45
6	56.14	64.98
Eserine (Standard)	91.91	98.09

4. การแปรรูปกระชายดำผง โดยวิธีการทำให้แห้งแบบแช่แข็ง (freeze-dry) พบว่า วิธี ก (สกัดด้วยน้ำ) จะดีกว่าวิธี ข (สกัดด้วย 50% น้ำ-เมทานอล) เนื่องจากวิธี ข จะดูดความชื้นเมื่อวางทิ้งไว้ แต่เมื่อทำการวิเคราะห์หาสารสำคัญด้วยเทคนิค GC ของการสกัดด้วยน้ำ (วิธี ก) พบว่าไม่มีปริมาณสาร 6 และ 7 ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นส่วนประกอบ ขณะนี้กำลังทำการสกัดด้วยน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์ของเมทานอลต่ำๆ คาดว่าจะมีสาร 6 และ 7 ออกมาบ้าง ในขณะเดียวกันคาดว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำให้แห้งแบบแช่แข็งด้วยวิธีนี้จะไม่ดูดความชื้น

เอกสารอ้างอิง

1. In K., R., Michiel M., Kornkanok I., Robert V. *Journal of Chromatography A.* **2001**, *915*, *217-223*.
2. Ingkaninan, K.; Temkitthawon, P.; Chuenchom, K.; Yuyaem, T.; Thongnoi, W. *J. Ethnopharmacol.* **2003**, *89*, 261-264.
3. Tewtrakul, S.; Subhadhirasakul, S.; Kummee, S. *J. Ethnopharmacol.* **2008**, *116* , 191-193.

ประสิทธิภาพของสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์ของสารสกัดเปลือกทับทิม (*Punica granatum* Linn.

An Efficiency of antimicrobial activity from pomegranate (*Punica granatum* Linn.) peel extracts

สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์* สุเมธ ตันตระเธียร ชื่นจิต ประกิตชัยวัฒนา จันทร์ประภา อิ่มจงใจรัก
ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยลัย ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค ของสารสกัดจากเปลือกผลทับทิมสายพันธุ์ต่าง ๆ ด้วยน้ำและเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ ผลพบว่าสารสกัดเปลือกผลทับทิมด้วยน้ำและเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคส่วนใหญ่ที่ใช้ทดสอบได้ทุกสายพันธุ์ โดยจะยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 และ *P. fluorescens* TISTR 385 สารที่สกัดด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซนต์จะออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบได้ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำ โดยเปลือกของผลทับทิมสายพันธุ์แสงตะวันจะออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ดีกว่าพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์จากสาธารณรัฐประชาชนจีน ยกเว้น *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 ที่พันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์แสงตะวันยับยั้งได้ใกล้เคียงกัน

วิธีการทดลอง

1. การสกัดสารจากเปลือกผลทับทิม

นำเปลือกผลทับทิมทั้งสายพันธุ์ต่างๆได้แก่ พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์จากสาธารณรัฐประชาชนจีน และ พันธุ์แสงตะวัน (อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C) มาสกัดด้วยตัวทำละลายเอธานอลในอัตราส่วน 1:4 จากนั้นระเหยตัวทำละลายเอธานอลออกด้วย rotary evaporator การสกัดด้วยน้ำกลั่นทำ 2 วิธี คือ สกัดด้วยน้ำอัตราส่วน 1:15 เท่าโดยการแช่ย่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (แบบที่ 1) และ สกัดด้วยน้ำอัตราส่วน 1:3 เท่า โดยการต้มเป็นเวลา 5 นาที (แบบที่ 2) นำสารสกัดด้วยน้ำมากรองหยาบและปั่นเหวี่ยงแล้วนำส่วนใสกรองด้วย membrane filter ขนาด 0.45 μm ตรวจสอบร้อยละของสารสกัดที่ได้จากการสกัดทั้ง 3 วิธี

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลทับทิม

นำสารสกัดจากข้อ 1 มาศึกษาฤทธิ์ต้านแบคทีเรียด้วยวิธี paper-disc diffusion โดยประเมินจากขนาดของวงใสโดยใช้แบคทีเรียมาตรฐานในการทดสอบ 10 สายพันธุ์ ได้แก่ *Bacillus cereus* ATCC 1729, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538P *Escherichia coli* ATCC 25922 , *Salmonella* Enteritidis DMST 17368, *S.* Anatum DMST 17362, *S.* Derby DMST 16814 ,

S. Typhimurium ATCC 13311, *S.* Choleraesuis ATCC 10708 , *Pseudomonas fluorescens* TISTR 385 และ *P. aeruginosa* ATCC 15442 โดยใช้สารปฏิชีวนะ tetracycline เป็น positive control และใช้ DMSO เป็น negative control ทำการทดลอง 6 ซ้ำ

ผลการทดลอง

1 ปริมาณสารสกัดจากเปลือกผลทับทิม

ผลการสกัดสารจากเปลือกผลทับทิม ได้แก่ พันธุ์พื้นเมือง พันธุ์จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และ พันธุ์แสงตะวัน โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซนต์ และ น้ำ เป็นตัวทำละลาย พบว่าสารกัดเปลือกผลทับทิม ทั้ง 3 พันธุ์ที่ สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์ มีปริมาณสารสกัด 28.30±1.04 ,26.65±1.21 และ 21.17±0.75 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ เมื่อใช้น้ำกลั่นเป็นตัวสกัด แล้วทำแห้งด้วยเครื่องrotary evaporatorได้ปริมาณสารสกัด 22.07±1.55, 9.89± 0.94 และ 13.30 ± 1.22 เปอร์เซนต์ตามลำดับ และเมื่อใช้วิธีการสกัดด้วยน้ำกลั่นโดยการตีปั่น แล้วกรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 ไมครอน ตรวจสอบปริมาณของสารสกัดตามวิธี A.O.A.C (1990) พบว่ามีปริมาณเท่ากับ 12.03 ± 0.56, 7.17 ±0.62 และ 9.71 ± 0.65 เปอร์เซนต์ตามลำดับ

2. ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลทับทิมพันธุ์ต่างๆ

การใช้สารสกัดเปลือกทับทิมพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์จากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน และพันธุ์แสงตะวันที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์และน้ำกลั่นเพื่อใช้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้ง 10 สายพันธุ์ เมื่อนำมาทดสอบการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *B. cereus* ATCC 1729 และ *S. aureus* ATCC 6538P พบว่าสารสกัดจากเปลือกผลทับทิมทั้ง 3 พันธุ์ ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์และสกัดด้วยน้ำทั้ง 2 วิธี สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ทั้ง 2 สายพันธุ์ แต่ยับยั้ง *S. aureus* ATCC 6538Pได้ดีกว่า ดังแสดงในตารางที่ 1 และยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคแกรมลบได้ทั้ง 8 สายพันธุ์ ได้แก่ *E. coli* ATCC 25922 , *S.* Enteritidis DMST 17368, *S.* Anatum DMST 17362, *S.* Derby DMST 16814 , *S.* Typhimurium ATCC 13311, *S.* Choleraesuis ATCC 10708 , *P. fluorescens* TISTR 385 และ *P. aeruginosa* ATCC 15442 โดยยับยั้ง *P. aeruginosa* ATCC 15442 ได้ดีใกล้เคียงกับ *P. fluorescens* TISTR 385 สารสกัดจากเปลือกผลทับทิมด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้สูงกว่าสารสกัดด้วยน้ำทั้ง 2 วิธี และสารสกัดจากเปลือกผลทับทิมพันธุ์แสงตะวันมีฤทธิ์ยับยั้งได้ดีกว่าสารสกัดจากเปลือกผลทับทิมพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์จากสาธารณรัฐประชาชนจีน

ตารางที่ 1 ฤทธิ์ต้านการเจริญของแบคทีเรียสารต้านการเจริญของจุลินทรีย์ของสารสกัดเปลือกทับทิม ด้วยวิธี paper-disc diffusion

แบคทีเรียทดสอบ	สารสกัดเปลือกทับทิม								
	เอทธานอล 95 เปอร์เซ็นต์			น้ำ (แบบที่ 1)			น้ำ (แบบที่ 2)		
	พื้นเมือง	จีน	แสงตะวัน	พื้นเมือง	จีน	แสงตะวัน	พื้นเมือง	จีน	แสงตะวัน
B. cereus	9.5±1.0	5.8±1.4	14.5±1.1	7.4±0.8	3.6±0.8	10.3±1.0	8.8±0.7	4.3±1.0	11.5±2.3
S.aureus	16.6±0.8	12.0±1.4	21.0±1.1	12.3±1.7	5.8±0.8	14.8±1.0	18.5±1.0	10.7±1.9	16.6±1.2
E.coli ATCC	7.3 ±1.4	3.7 ± 0.8	13.3±0.8	5.3±0.5	2.2±0.4	8.0±0.6	5.5±1.2	2.3±0.5	8.7±6.8
S.Enteritidis	7.5±0.8	2.2±1.2	8.8 ± 1.9	4.8±0.8	-	6.8±0.4	5.2±1.2	0.8±0.8	6.8±0.4
S.Anatum	5.8±0.8	2.0±0.9	7.8 ± 1.5	2.8±0.8	0.3±0.5	7.3±0.8	3.3±0.8	1.7±1.0	7.8±0.8
S. Derby	7.3±1.0	4.7±0.8	8.2±0.8	3.5±0.8	1.3±0.5	6.2±1.2	4.3±0.9	1.3±0.5	7.7±1.2
S.Typhimurium	7.3±1.0	4.7±0.8	10.2±0.8	4.6±0.7	2.7±0.5	7.5±1.2	6.3±1.0	3.2±1.2	9.3±0.8
S. Choleraesuis	10.1±0.7	6.17±0.7	12.50±1.05	9.8±0.4	8.0±0.6	12.6±1.0	6.6±0.8	5.5±0.5	5.9±0.8
P. fluorescens	12.2±1.3	11.8±1.3	16.5±1.5	7.8±0.9	5.5±1.2	13.3±1.2	6.1±1.2	3.3±2.1	11.5±2.1
P.aeruginosa	17.2±1.1	13.4±1.6	16.3±1.8	13.2±1.2	9.7±2.4	12.8±0.8	12.8±0.9	9.3±1.9	14.2±1.7

- หมายถึง ไม่ปรากฏวงใส

ตัวเลขในตาราง คือ ค่าเฉลี่ยของขนาดวงใส (มม.) ± SD

สรุปผล

สารสกัดจากเปลือกทับทิมสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคที่นำมาทดสอบได้ทุกชนิด โดยพันธุ์แสงตะวันที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์และน้ำ มีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบได้สูงกว่าพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์จากสาธารณรัฐประชาชนจีน และสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซนต์มีฤทธิ์การยับยั้งแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบได้ดีกว่าสารสกัดด้วยน้ำ

เอกสารอ้างอิง

Al-Zoreky NS. 2009. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology 134(3):244-248.

Iqbal S, Haleem S, Akhtar M, Zia-ul-Haq M, Akbar J. 2008. Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. Food Research International 41(2):194-200.

การประยุกต์ QR code สำหรับระบบการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองคุณภาพเพื่อกา ส่งออก

Application of QR Code to High Quality Nam Dok Mai Sritong Mango for Export

เตือนใจ โก้สกุล*[1] และปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์[2]

[1] ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พญาไท กรุงเทพฯ 10330

[2] ห้องปฏิบัติการทรานเจนิคในพืชและไบโอเซ็นเซอร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พญาไท กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

ประเทศไทยส่งออกมะม่วงปีละกว่า 1500 ตัน เป็นมูลค่า 547.73 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) การพัฒนาศักยภาพให้มากไปกว่านี้ต้องอาศัยการพัฒนามะม่วงให้ได้คุณภาพและมีการรับรองที่ดี จึงได้พัฒนาระบบ QR code สำหรับการเพิ่มมูลค่าในการรับรองและประกันคุณภาพและความปลอดภัยในการผลิตมะม่วงเกรดส่งออกต่างประเทศ จากการสร้างฐานข้อมูลการผลิต การใช้สารเคมีโดยระบบการผลิตและข้อมูลการควบคุมคุณภาพตามหลัก Eurep GAP และปรับให้อยู่ในรูปฐานข้อมูล php พัฒนาการเชื่อมโยงข้อมูลสู่ผู้บริโภค ทำได้โดยการใช้รหัส QR ผ่าน website www.qrthai mango .com/qr ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Adobe Dream Weaver CS3 การดำเนินการในรูปแบบสาธิตแสดงให้เห็นว่า สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เข้าตรวจสอบข้อมูลผ่าน keywa reader ในการเรียกดูข้อมูลการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยได้โดยตรง เป็นช่องทางที่ช่วยเสริมการรับรองคุณภาพและช่วยให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีแก่สินค้าส่งออกของประเทศ

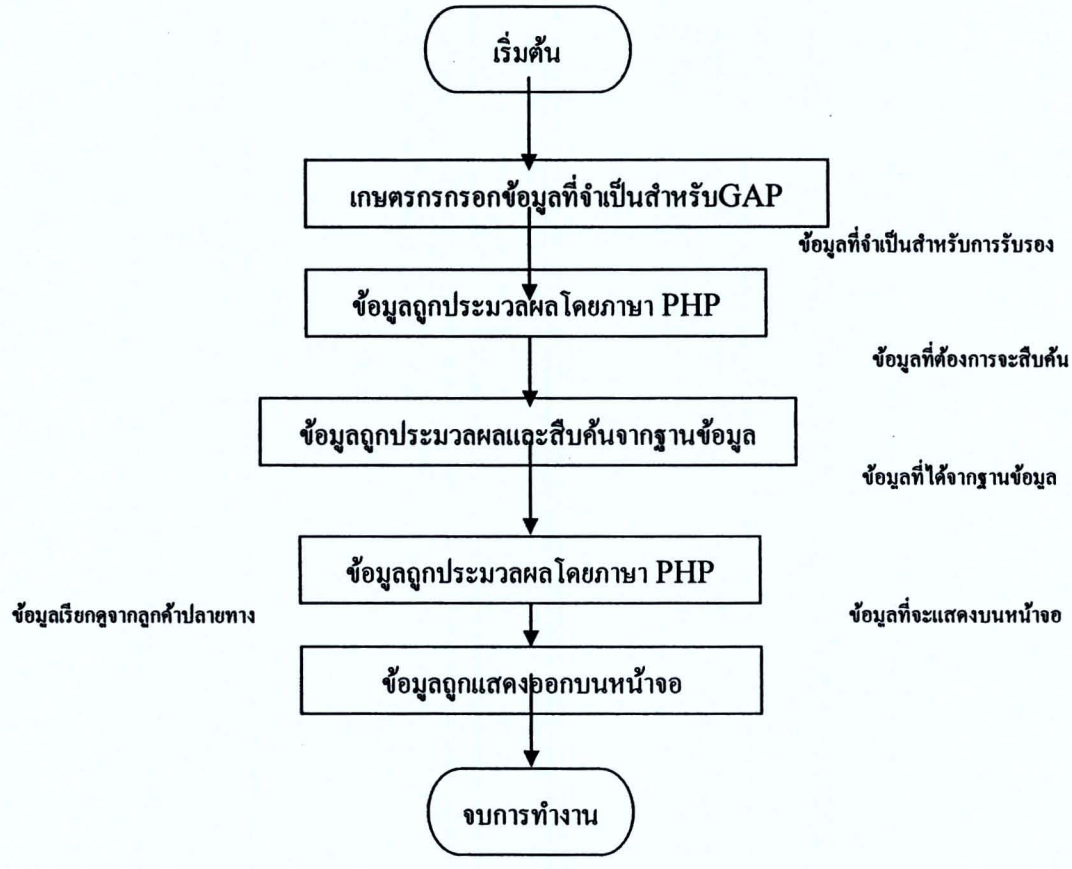
วิธีการทดลอง

1. สร้างฐานข้อมูลการผลิตและการควบคุมคุณภาพด้วยหลัก Eurep GAP จากกลุ่มเกษตรกรผู้ส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ด้วโปรแกรม php My Admin จากนั้นเชื่อมโยงข้อมูลในรูปโครงข่ายที่ตรวจสอบได้จากอินเตอร์เน็ตด้วยโปรแกรม Adobe Dream Weaver CS3
2. แปลงข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปเชื่อมโยงกับรหัส QR ผ่านโปรแกรม QR code generator
3. ตรวจสอบโดยการสาธิตการทำงานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยการเชื่อมโยงโทรศัพท์กับรหัสผ่านโปรแกรม keywa reader และการเชื่อมโยงไปสู่การรับรองคุณภาพ

ผลการทดลอง

สร้างฐานข้อมูลการผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อการส่งออกที่ส่งตามระบบ Eurep GAP ประกอบไปด้วย ข้อมูลการปลูก การใช้สารเคมีในระหว่างการผลิตในแต่ละล็อต ข้อมูลการเก็บเกี่ยวและปรับปรุงพันธุ์ ฯลฯ

ฐานข้อมูลดังกล่าวจัดเก็บในรูป .xsl การปรับให้อยู่ในรูป php file และทำให้อยู่ในรูป interactive โดยใช้โปรแกรม Php My Admin โดยการเชื่อมโยงมีโครงสร้างดังแสดงในภาพ (ภาพที่ 1.)



แต่ละรายการเมื่อแปลงให้อยู่ในรูปที่สามารถตรวจสอบผ่าน interactive ด้วยโปรแกรม Adobe Dream Weaver แล้ว ใช้โปรแกรม QR code generator สร้างรหัส 2 มิติ เชื่อมโยงข้อมูลรายการที่ให้การรองรับ (ภาพ QR code) ข้อมูล QR code เมื่อนำมาสัมพันธ์กับเครือข่ายอินเตอร์เน็ตทางเว็บไซต์ http:/www.qrthaimango.com/qr จะได้ระบบที่มีการทำงานในรูปแบบ interactive ระหว่างข้อมูลในฐานข้อมูลที่สามารถเรียกดูผ่าน QR code ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่

การเรียกดูข้อมูลทำโดยผ่านการใช้โปรแกรม keywa reader โดยสามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เชื่อมโยงกับอินเตอร์เน็ตที่สามารถถ่ายภาพได้ ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลการผลิตและการรับรอบคุณภาพของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่ผลิตเพื่อการส่งออกได้

ตัวระบบช่วยให้ผู้ส่งออกและเกษตรกร ผู้ผลิตสามารถรับรองคุณภาพและความปลอดภัยในตัวสินค้าขณะเดียวกันยังช่วยให้ผู้บริโภคปลายทางสะดวกในการค้นหาข้อมูลประกอบการตัดสินใจหรือข้อมูลรับรองที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาข้อมูลที่เชื่อมโยงกับระบบการส่งออกให้ทันสมัย ส่งผลดีต่อการรักษามาตรฐานด้านคุณภาพและภาพลักษณ์ของมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองของไทยได้ในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. "มะม่วง" ไม้ผลของคนไทย ไปไกลถึงต่างแดน อ้างใน http://www.biotec.or.th/biotechnology-th/newsdetail.asp?id=1923 (30 พฤศจิกายน 2552)

Anonymous. 2002. QR code for food safety assurance. Center for Food Quality, Labeling and Consumer Services Ministry of Agriculture Fishery and Forestry, Japan, internal document No. 2154. (in Japanese)

GLOBALGAP. 2009. General Regulations V 3.1 Integrated Farm Assurance (IFA) Standard http://www.globalgap.org/cms/front_content.php?idart=147 &idcat= 48&lang=1&client=1

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตร และอาหารแห่งชาติ : มกอช.

The National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards : ACFS

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วิสัยทัศน์สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตร และอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

"เกษตรกรผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน และคนไทยบริโภคอาหาร ที่มีความปลอดภัย"

พันธกิจมกอช.

- & ดำเนินงานด้านมาตรฐานของสินค้าเกษตรและอาหาร
- & เฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหาร
- & สร้างระบบตรวจสอบ รับรองคุณภาพตลอดโซ่อาหาร
- & เจรจาด้านมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารในเวทีโลก
- & เป็นศูนย์กลางข้อมูลด้านมาตรฐาน

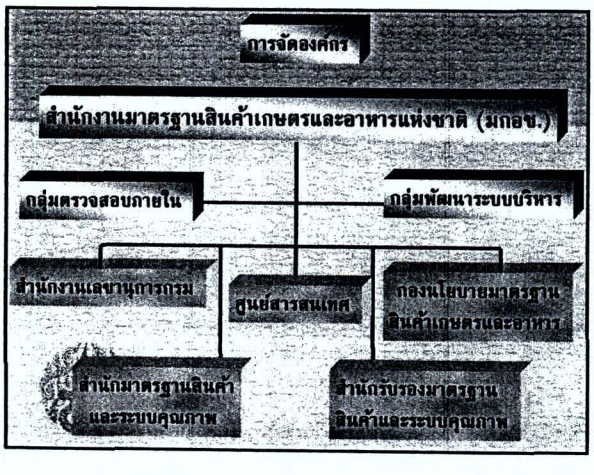
บทบาทของ มกอช.

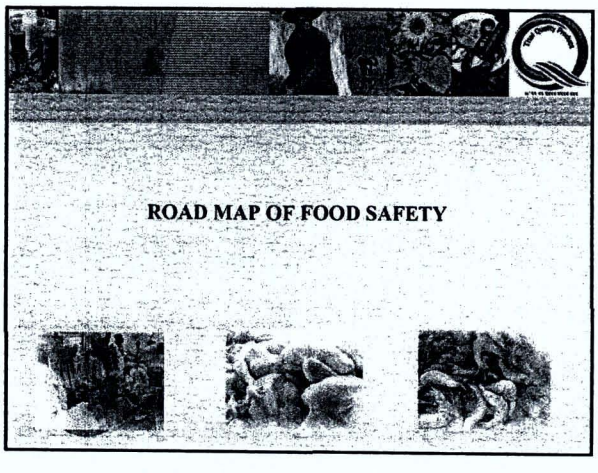
ด้านการมาตรฐาน : กำหนด ส่งเสริม ตรวจสอบและรับรอง accredit

ด้านภายในประเทศ : เฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหาร ส่งเสริมการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ

ด้านต่างประเทศ : เจรจาด้านมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารวางระบบกักกันพืชและสัตว์ (Quarantine System)

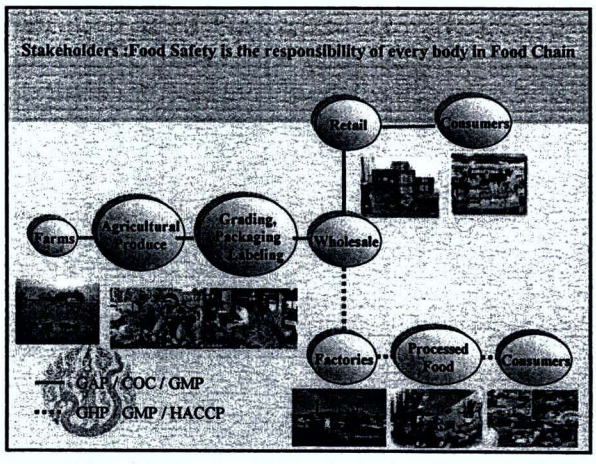
การจัดองค์กร

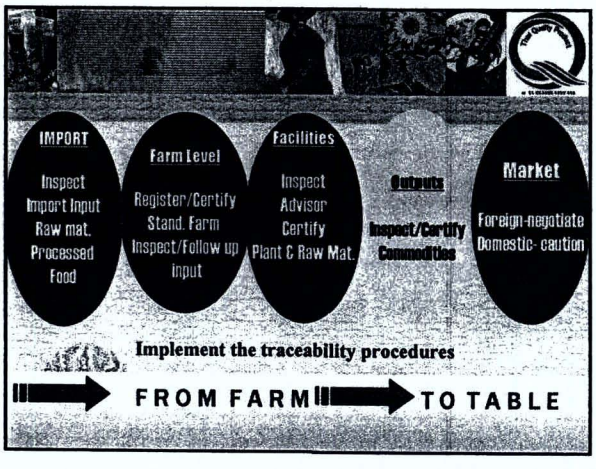




Strategies

1. Strategies for FOOD SAFETY
   - Importing : Inspection Quarantine and Control of Inputs
   - Domestic : Single Standards for both export and domestic product
   - Exporting : Certify to Comply with Importing Requirement
2. Develop and Promote Good Agriculture Practice (GAP)
   - Consumer Hygiene and Safety
   - Increasing Farmer Income
   - Reduce Pesticide Usage





Road Map of Food Safety : Outcomes

IMPORT
Inspect Import Input Raw mat. Processed Food

Plant : Strictly Control and Monitoring of Import Hazardous Substance and Chemical Products

Livestock : Strictly Control on Safety and Standards of Import of Meet Products ,Feed, Live animals and Carcasses

Fishery : Strictly Control Safety and Standards of Import Aquatic Feeds

Road Map of Food Safety : Outcomes

Farm Level
Register/Certify Stand. Farm Inspect/Follow up input

Plant : 27 Major Exporting Agricultural Products
GAP Farms Production

Livestock : Cattle, Swine and Poultry
GAP Farms Production meet and except by international standards and requirements

Fishery : Shrimp and Fishery Farms
GAP/CoC Farm Productions

Road Map of Food Safety : Outcomes

Facilities
Inspect Advisor Certify Plant & Raw Mat.

Plant : Certify Food Processing Plant ,Packaging House and Export Agricultural and Food Product to 52 Countries

Livestock : Certify Animal Feed Plant , Processing Facilities and Slaughter House

Fishery: Certify Fishery Frozen , Processing Plant and Aquatic Animal Feed Plant

Road Map of Food Safety : Outcomes

Outputs

Inspect/Certify Commodities

Inspect and Certify

- Plant and Plant Products
- Meat and Meat Products
- Fish and Fish Products

Meet international standards and customer's requirements

Road Map of Food Safety : Outcomes

Market

Foreign-negotiate
Domestic- caution

1. Reach MRA Agreement with China, Vietnam, Singapore, Australia and New Zealand and Focal Point for ASEAN Food Safety Network and APEC Food Sectoral MRA
2. Designed Standards
3. Accredited Private and Public Certify Body with ISO 17025

Road Map of Food Safety : Outcomes

Market

Foreign-negotiate
Domestic- caution

4. Develop Electronic Certification System
   e – Certificate Livestock Products
5. Develop Traceability System
6. Initiate and Focal Point for
   - ASEAN Food Safety Network
   - ASEAN Single Window
   - APEC Food Sectoral MRA

Thailand's Experiences Problems

1. Organization and Regulation problems
2. Farm management
3. Industry and inspection problems
4. Physical forms of export products
5. Quarantine and inspection systems
6. Research and Development

มาตรฐาน

หมายถึง.. ข้อกำหนด (rules) คุณลักษณะ (characteristics) หรือแนวทาง (guidelines) สำหรับผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการผลิตและวิธีการผลิตที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจรวมถึงคำศัพท์ สัญลักษณ์ การบรรจุภัณฑ์ การใส่เครื่องหมายและการติดฉลาก

ข้อตกลงระหว่างประเทศ เกี่ยวกับมาตรฐาน

1. WTO : (1) Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS). Est. 1994
   (2) Agreement on Technical Barriers to Trade (TBT). Est. 1994

2. FAO ร่วมกับ WHO : Codex Alimentarius Commission Est. 1961/62 , revised หลายครั้ง

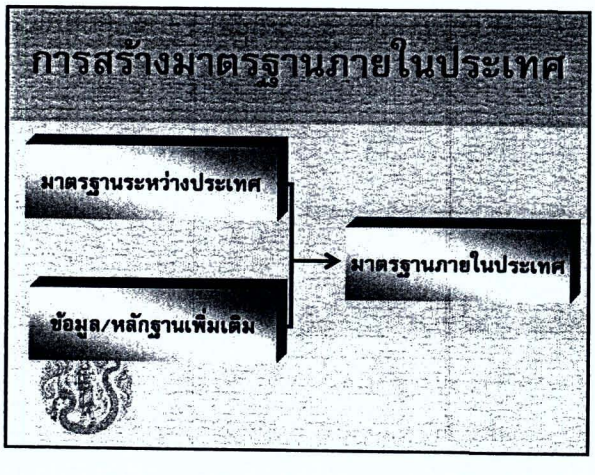
3. FAO : International Plant Protection Convention (IPPC). Est. 1952 , revised in 1997

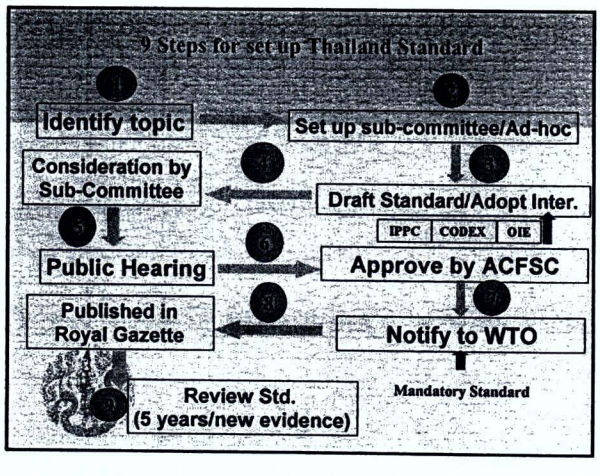
4. OIE : International Agreement for the Creation of an Office International des Epizooties in Paris. Est. 1942

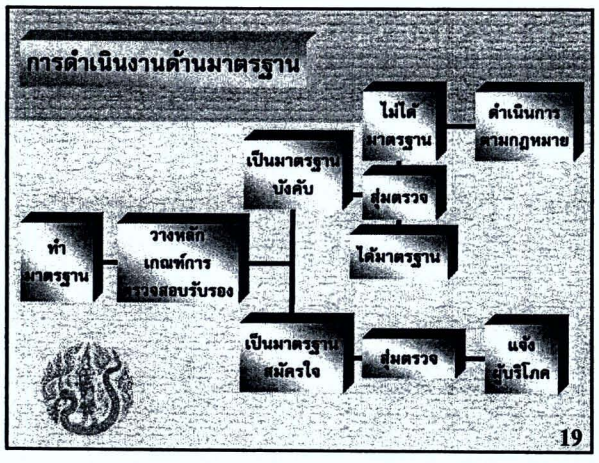
มกอช. เป็นหน่วยงานกลางในการประสานงานกับ WTO ในส่วนที่เกี่ยวกับสินค้าเกษตรและอาหาร ตามข้อตกลง SPS และ TBT Codex IPPC และ OIE

การจัดทำมาตรฐานระหว่างประเทศ ข้อแนะนำ (Recommendations) และแนวทาง (Guidelines)

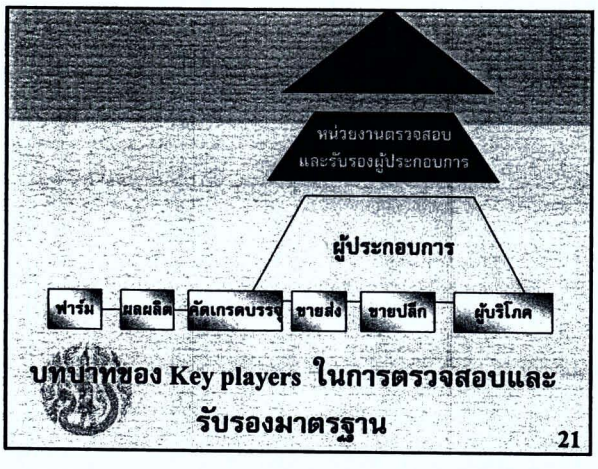
	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1) เกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหาร	Codex ภายใต้ FAO/WHO
2) เกี่ยวกับสุขอนามัยพืช	IPPC ภายใต้ FAO
3) เกี่ยวกับสุขอนามัยสัตว์	OIE

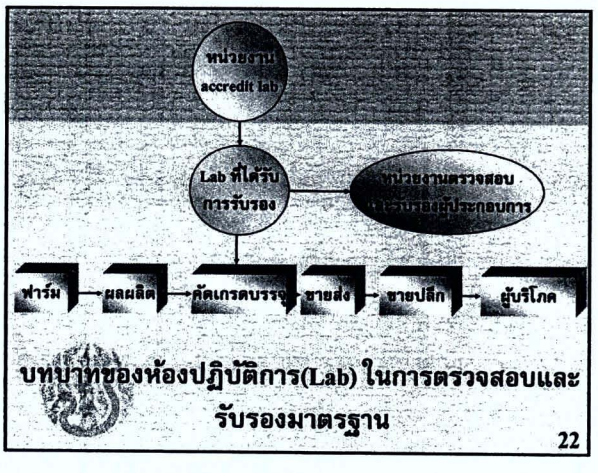


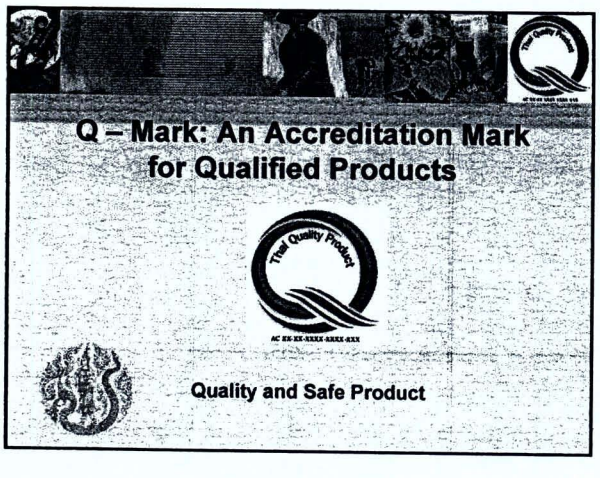


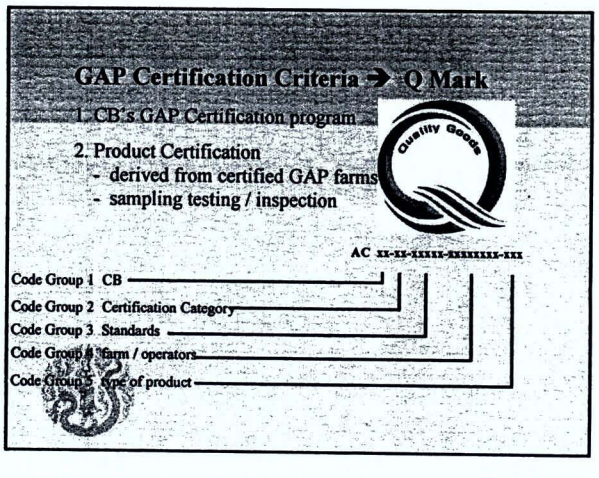

การดำเนินงานด้านมาตรฐาน
ไม่ได้มาตรฐาน
ดำเนินการตามกฎหมาย
เป็นมาตรฐานบังคับ
สุ่มตรวจ
ทำมาตรฐาน
วางหลักเกณฑ์การรางสอบรับรอง
ได้มาตรฐาน
เป็นมาตรฐานสมัครใจ
สุ่มตรวจ
แจ้งผู้บริโภค
19

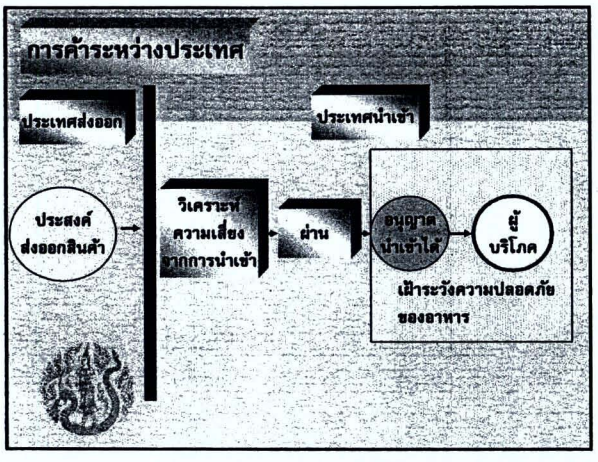
การรับรองฯ
หน่วยรับรองระบบงาน
(Accreditation Body : AB)
เช่น มกอช.,UKAS,JAS-ANZ
รับรองระบบงาน(Accreditation)
= รับรองความสามารถของ CB
หน่วยรับรอง
(Certification Body : CB)
เช่น กรมวิชาการเกษตร, มกท.
การรับรอง (Certification)
= ตรวจประเมินการทำตามข้อกำหนด/มาตรฐาน
เกษตรกร / ผู้ประกอบการ
การตรวจสอบรับรอง


หน่วยงานตรวจสอบและรับรองผู้ประกอบการ
ผู้ประกอบการ
ฟาร์ม
ผลผลิต
คัดเกรดบรรจุ
ขายส่ง
ขายปลีก
ผู้บริโภค
บทบาทของ Key players ในการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน
21


หน่วยงาน accredit lab
Lab ที่ได้รับการรับรอง
หน่วยงานตรวจสอบและรับรองผู้ประกอบการ
ฟาร์ม
ผลผลิต
คัดเกรดบรรจุ
ขายส่ง
ขายปลีก
ผู้บริโภค
บทบาทของห้องปฏิบัติการ(Lab) ในการตรวจสอบและรับรองมาตรฐาน
22


Q – Mark: An Accreditation Mark for Qualified Products
Thai Quality Product
Quality and Safe Product


GAP Certification Criteria → Q Mark
1. CB's GAP Certification program
2. Product Certification
- derived from certified GAP farms
- sampling testing / inspection
Quality Goods
AC XX-XX-XXXXX-XXXXXXXX-XXX
Code Group 1 CB
Code Group 2 Certification Category
Code Group 3 Standards
Code Group 4 farm / operators
Code Group 5 type of product



ACFS vs Risk Analysis

Food Safety Risk Analysis

Plant/Animal Health Risk Analysis

Import/Export Risk Analysis

ACFS : Food Safety Risk Analysis

1. For standard setting

: Food Safety standard

- MRL for pesticides residue, veterinary drug,..
- ML for contaminants

: Standard based on risk assessment data

process for standard setting = risk management + risk communication

ACFS : Food Safety Risk Analysis

2. For International Standard

- Codex Standard
- Import / Export Risk Analysis

ACFS : Food Safety Risk Analysis

3. Capacity Building On Risk Analysis

- Training Seminar
- Risk Analysis model
- on - the -job -Training

ACFS มกอช

- National Codex Contact Point
- SPS Notifying / Enquiry Body
- TBT(Food) / Enquiry Body
- IPPC Contact Point
- OIE Contact Point

ACFS : RASFF

Rapid Alert System for Food and Feed

ปัญหาสินค้าไทยที่ส่งออกไปยังยุโรป ปี 2551

-สินค้าพืช 82 รายการ

-สินค้าประมง 13 รายการ

-สินค้าปศุสัตว์ 8 รายการ

-สินค้าอื่นๆจำนวน 5 รายการ

ACFS : RASFF

Rapid Alert System for Food and Feed

ปัญหาสินค้าไทยที่ส่งออกไปยังยุโรป ปี 2552

-สินค้าพืช 81 รายการ

-สินค้าประมง 11 รายการ

-สินค้าปศุสัตว์ 3 รายการ

-สินค้าอื่นๆจำนวน 1 รายการ

ACFS : RASFF

ระหว่างวันที่ 1-30 พ.ย. 2552

สินค้า	ประเทศ	สาเหตุ
ใบตอง	สเปน	*Salmonella* spp.
ใบบัวบก	สวีเดน	*Salmonella* spp.
สะเดาสด	สวีเดน	E.Coli และ *Samonella* spp.
ผักแพว	สวีเดน	*Salmonella* spp.

ACFS : RASFF

ระหว่างวันที่ 1-30 พ.ย. 2552

สินค้า	ประเทศ	สาเหตุ
พริกหยวก	ฟินแลนด์	Formetanate (6.8mg/kg)
ใบกระเพา	อิตาลี	Omethoate Dimethoate (8.3mg/kg)
น้ำปลา	อิตาลี	Histamine (243-275 mg/kg)
ปลาทูน่า	เนเธอร์แลนด์	Carbon monoxide treatment

35

ACFS : RASFF

ระหว่างวันที่ 1-30 พ.ย. 2552

สินค้า	ประเทศ	สาเหตุ
ปลากระโทงแทงดาบ	เนเธอร์แลนด์	Carbon monoxide treatment
ทองแถง	สาธารณรัฐสโลวีเนีย	ESBO (2,281 mg/kg)

35

CONCLUSION

- From Farm to Table ; takes times, costs, benefits
- From Farm to Table Policy lead to Food Safety ; Highest customer's benefits
- All stakeholders in food chain involve with policy's success.
- Food Safety # Trade Barrier
- Thailand strongly believes that food safety could be achieved if sound scientific justification is provided and based on international standards

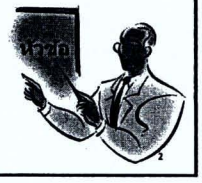
THANK YOU
Ministry of Agriculture and Cooperatives
Food Safety
National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards

สินค้าอาหารไทยสู่ตลาดโลก

โดย นางสุจิตรา ถนอมทรัพย์
ผู้อำนวยการกลุ่มสินค้าเกษตรและแปรรูป
สำนักบริการส่งออก 1
กรมส่งเสริมการส่งออก กระทรวงพาณิชย์

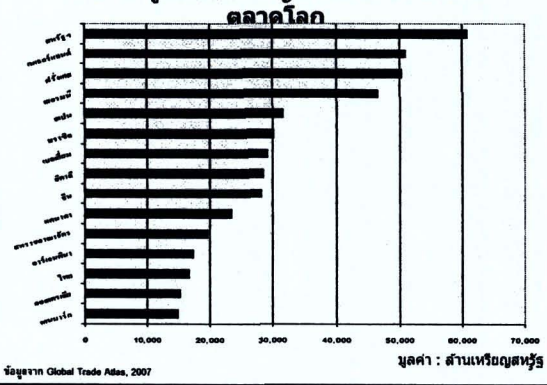
1

- การส่งออกสินค้าอาหารของไทยในปัจจุบัน
- กลยุทธ์การส่งออกปี 2553
- แนวโน้มนวัตกรรมในสินค้าอาหารในตลาดโลก
- การดำเนินงานของกรมส่งเสริมการส่งออก เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมใหม่



2

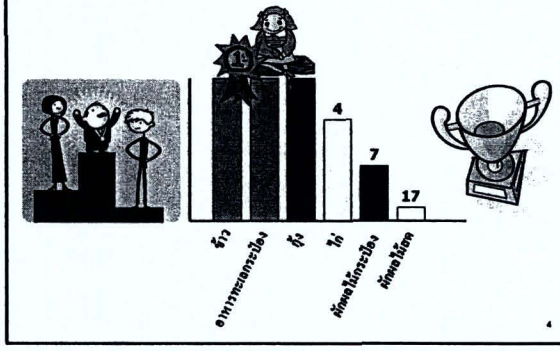
ประเทศผู้ส่งออกสำคัญของสินค้าอาหารในตลาดโลก



มูลค่า : ล้านเหรียญสหรัฐ

ข้อมูลจาก Global Trade Atlas, 2007

ความสามารถในการแข่งขันของสินค้าอาหารไทยในตลาดโลก



4

สถานการณ์ส่งออกสินค้าอาหารและเกษตรสำคัญของไทย

(ล้านเหรียญสหรัฐฯ)

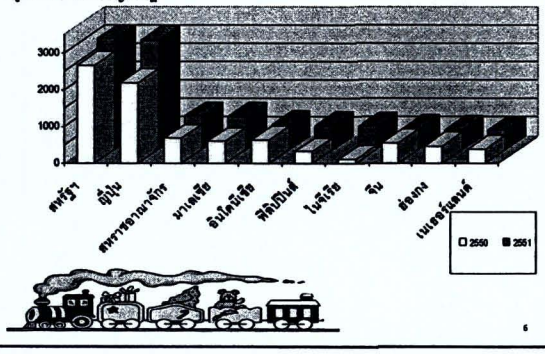
	มูลค่าการส่งออก ปี 2551	มูลค่าการส่งออก ปี 2552 (ม.ค.-ต.ค.)	อัตราขยายตัว(%) ปี 2551	อัตราขยายตัว(%) ปี 2552 (ม.ค.-ต.ค.)	สัดส่วน(%) ปี 2552 (ม.ค.-ต.ค.)
รวมทั้งสิ้น	177,841	124,114	15.8	-19.8	100.0
สินค้าเกษตรอุตสาหกรรมการเกษตร	29,367	20,382	34.1	-26.5	16.4
1) ข้าว	6,204	4,179	78.9	-25.5	3.4
2) ยางพารา	6,792	3,151	20.4	-46.6	2.5
3) ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง	1,456	1,141	3.6	-12.5	0.9
4) น้ำตาล	1,450	1,507	14.7	17.8	1.2
5) สินค้าอาหาร	13,465	10,414	24.8	-6.2	8.4
- อาหารทะเลแช่แข็ง/กระป๋อง/แปรรูป	6,535	5,091	16.6	-6.8	4.1
- - กุ้งแช่แข็งและแปรรูป	2,380	2,127	-5.0	6.5	1.7
- ผัก ผลไม้สดแช่แข็ง/กระป๋อง/แปรรูป	2,282	1,871	15.1	-4.3	1.5
- ไก่แช่แข็ง/แปรรูป	1,560	1,175	62.5	-7.5	0.9
- อาหารอื่น ๆ	3,088	2,015	37.6	-14.1	1.6

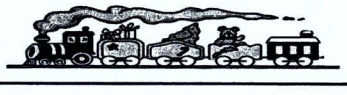
ข้อมูลจากกระทรวงพาณิชย์ โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร

DEP

ตลาดส่งออกสินค้าอาหารของไทย 10 อันดับแรก

มูลค่า : ล้านเหรียญสหรัฐ

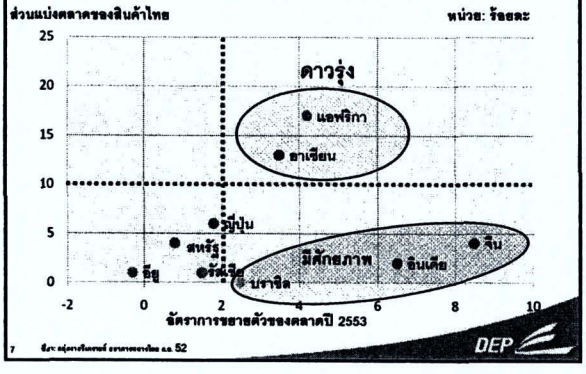




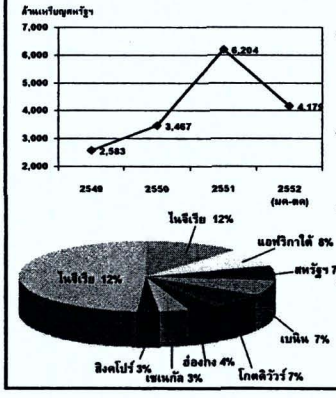
6

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดกลางนิวัฒน์

โอกาสทางการตลาดของสินค้าอาหารและเกษตรของไทย

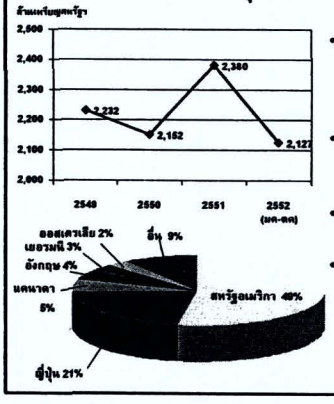


แนวโน้มตลาดส่งออกข้าว



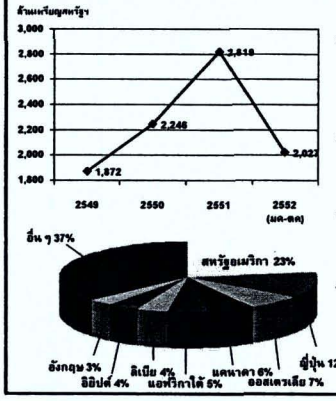
- ในช่วง 10 เดือนแรกของปี 2551การส่งออกข้าวมีปริมาณ 7.26 ล้านตัน ลดลงร้อยละ 21 คิดเป็นมูลค่า 4,179 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ลดลงร้อยละ 25
- ทั้งปีคาดว่าจะส่งออก 8.5 ล้านตัน เป็นมูลค่าประมาณ 6,100 ล้านเหรียญสหรัฐฯ
- ตลาดส่งออกหลัก ได้แก่ ไนจีเรีย แอฟริกาใต้ สหรัฐอเมริกา เบนิน โกตดิวัวร์ ฮ่องกง และเซเนกัล
- ตลาดที่มีการขยายตัวดี ได้แก่ แอฟริกาใต้ สหรัฐอเมริกา โกตดิวัวร์ จีน และซาอุดิอาระเบีย

แนวโน้มตลาดส่งออกกุ้งสดแช่เย็น แช่แข็ง และแปรรูป



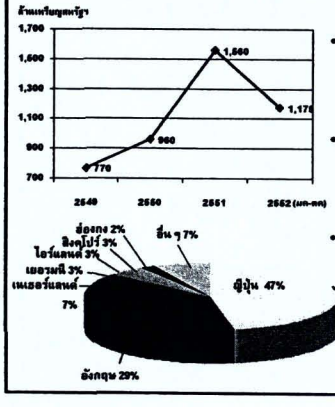
- ในช่วง 10 เดือนแรกของปี 2552 การส่งออกกุ้งสดแช่เย็นแช่แข็งและแปรรูป มีมูลค่า 2,127 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 8.5
- ทั้งปีคาดว่าจะส่งออกกุ้งได้เป็นมูลค่า 2,415 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน
- ตลาดหลักส่งออก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา เยอรมนี และอังกฤษ
- ตลาดที่มีขยายตัวสูง ได้แก่ เนเธอร์แลนด์ เวียดนาม อิตาลี และอิยิปต์

แนวโน้มตลาดส่งออกอาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป



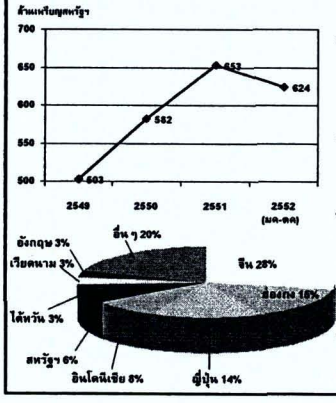
- ในช่วง 10 เดือนแรกของปี 2552 การส่งออกอาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป มีมูลค่า 2,027 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ลดลงร้อยละ 15
- ทั้งปีคาดว่าจะส่งออกได้เป็นมูลค่า 2,536 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือลดลงร้อยละ 10 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน
- ตลาดหลักส่งออก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย แคนาดา และแอฟริกาใต้
- ตลาดที่มีขยายตัวสูง ได้แก่ อิหร่าน จีน และเลบนอน

แนวโน้มตลาดส่งออกไก่สดแช่เย็น แช่แข็งและแปรรูป



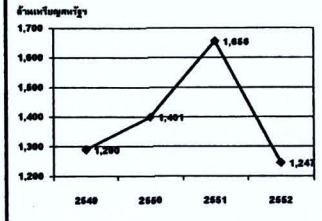
- ในช่วง 10 เดือนแรกของปี 2552 การส่งออกไก่สดแช่เย็น แช่แข็งและแปรรูปมีมูลค่า 1,174 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ลดลงร้อยละ 7.5
- ทั้งปีคาดว่าจะส่งออกได้เป็นมูลค่า 1,638 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อน
- ตลาดส่งออกหลัก ได้แก่ ญี่ปุ่น อังกฤษ เนเธอร์แลนด์ เยอรมนี
- ตลาดที่มีการขยายตัวสูง ได้แก่ พม่า ฮ่องกง ฟินแลนด์ และสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์

แนวโน้มตลาดส่งออกผักผลไม้สดแช่เย็น แช่แข็ง แห้ง

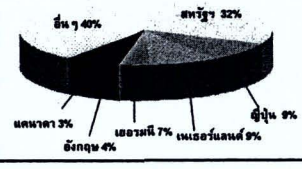


- ในช่วง 10 เดือนแรกของปี 2552 ผักผลไม้สดแช่เย็นแช่แข็งและแห้ง มีมูลค่าส่งออก 624 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.6
- เป้าหมายการส่งออกทั้งปีอยู่ที่ 657 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน
- ตลาดส่งออกหลักส่วนใหญ่ขยายตัว อาทิ จีนเพิ่มขึ้น 29% ฮ่องกงเพิ่มขึ้น 49% ญี่ปุ่นเพิ่มขึ้น 10% และอินโดนีเซียเพิ่มขึ้น 5% แต่ตลาดสหรัฐฯ และไต้หวันขยายตัวลดลง
- ตลาดที่มีการขยายตัวสูงได้แก่ เวียดนาม และมาเลเซีย

แนวโน้มตลาดส่งออกผักผลไม้กระป๋องและแปรรูป



- ในช่วง 10 เดือนแรกของปี 2552 การส่งออกผักผลไม้กระป๋องและแปรรูป มีมูลค่า 1,247 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ลดลง ร้อยละ 11%
- คาดว่าการส่งออกทั้งปีจะมีมูลค่า 1,573-1,656 ล้านเหรียญสหรัฐฯ หรือลดลง ร้อยละ 5 จากช่วงเดียวกันของปีก่อน
- ตลาดส่งออกหลัก ได้แก่ สหรัฐฯ ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ เยอรมนี และอังกฤษ โดยส่วนใหญ่มีการขยายตัวลดลง
- สินค้าหลักๆ ได้แก่ สับปะรดกระป๋อง ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 30 ของการส่งออกทั้งหมด รองลงมาคือ น้ำสับปะรด และข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง



13

กลยุทธ์ส่งเสริมการส่งออก ปี 2553
Chiefs of Products

14

Chiefs of products

1. กลุ่มสินค้าส่งออกหลัก
2. กลุ่มสินค้าเอกลักษณ์ไทย
3. กลุ่มสินค้าใหม่ที่มีศักยภาพในการขยายการส่งออก
4. SMEs

15

1. สินค้าส่งออกหลัก 10 อันดับแรก

1. อาหาร
2. ข้าว
3. สิ่งทอ
4. อัญมณีและเครื่องประดับ
5. เครื่องอิเล็กทรอนิกส์
6. เครื่องใช้ไฟฟ้า
7. ยานยนต์อุปกรณ์และส่วนประกอบ
8. ผลิตภัณฑ์ยางพารา
9. วัสดุก่อสร้าง
10. เม็ดและผลิตภัณฑ์พลาสติก

2. สินค้าเอกลักษณ์ไทย (ที่มีความเป็นไทย สร้างความแตกต่าง และมีมาตรฐานระดับสากล)

ด้านผลิตภัณฑ์	• เน้น Design ผสมผสานความเป็นไทย • พัฒนาบรรจุภัณฑ์
ด้านต้นทุน	• พัฒนากระบวนการผลิต
ด้านตลาด	• รักษาตลาดเก่า • มุ่งตลาดใหม่
ด้านประชาสัมพันธ์	• เน้นประชาสัมพันธ์เอกลักษณ์ความเป็นไทย
ด้านบุคลากร	• พัฒนานักออกแบบรุ่นใหม่

17

3. สินค้าใหม่ที่มีศักยภาพในการขยายการส่งออก

สบู่
ผลิตภัณฑ์เภสัช
ธุรกิจสิ่งพิมพ์
เครื่องสำอาง
เครื่องมือแพทย์
เครื่องเขียน

18

4. ผู้ประกอบการ SMEs

ด้านผลิตภัณฑ์	• เน้น Design ผลิตภัณฑ์ให้มีความเหมาะสม • พัฒนาบรรจุภัณฑ์
ด้านต้นทุน	• บ่มเพาะผู้ส่งออก (Incubation) ให้ผู้ประกอบการมีความพร้อมในการทำธุรกิจการส่งออก • จัดฝึกอบรม
ด้านตลาด	• ส่งเสริมการส่งออกผ่าน E-Commerce และกิจกรรมการเข้าตลาดต่างประเทศ

19

ยุทธศาสตร์ส่งเสริมการส่งออก ปี 2553

20

ส่งเสริมการส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร

อาหารฮาลาล

- ❖ สินค้าอาหารที่สำคัญ ได้แก่ อาหารทะเลกระป๋องและแปรรูป กุ้งแช่แข็งและแปรรูป ไก่แช่แข็งและแปรรูป ผักผลไม้สด แช่เย็น แช่แข็งและแห้ง ผักและผลไม้กระป๋อง
- ❖ ตั้งเป้าหมายการส่งออกสินค้าฮาลาลให้ขยายตัวมากกว่าเท่าตัวจากที่ส่งออกในปี 2552 มูลค่า 13,000 ล้านเหรียญสหรัฐฯ
- ❖ ขนาดการตลาดของอุตสาหกรรมอาหารฮาลาลทั่วโลก

(1) ผู้บริโภคอาหารฮาลาลทั่วโลกมีจำนวนประมาณ 1,800 ล้านคนคิดเป็นสัดส่วนเกือบร้อยละ 30 ของประชากรโลก แบ่งตามภูมิภาค ได้แก่ เอเชีย 1,237 ล้านคน แอฟริกา 491 ล้านคน ยุโรป 51 ล้านคน และอเมริกา 10 ล้านคน

(2) กลุ่มประเทศมุสลิม (57 ประเทศที่เป็นสมาชิกของ OIC หรือ Organization of Islamic Conference) มีการนำเข้าสินค้าอาหารมูลค่า 84,095 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ในปี 2551 ขยายตัวร้อยละ 35.2

21

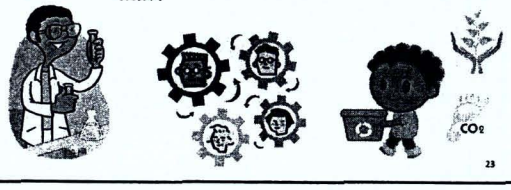
ส่งเสริมการส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตร

- ❖ ส่งเสริมการส่งออกสินค้าเกษตรอินทรีย์ (Organic)
- ❖ สร้างมาตรฐาน Food Safety
- ❖ สร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพและความไว้วางใจในสินค้าไทย ผ่าน SR Mark โดยเชื่อมโยงกับการใช้ Contract Farming ในประเทศ
- ❖ ดำเนินโครงการสำคัญ ได้แก่ การจัดสัมมนา การสำรวจตลาดการจัดงาน THAIFEX-World of Food Asia 2010 และการเข้าร่วมงานแสดงสินค้าในต่างประเทศ (ตลาดหลัก 7 งาน และตลาดใหม่ 8 งาน) การจัด In-store Promotion การประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์สินค้าและส่งเสริมตรา SR Mark

22

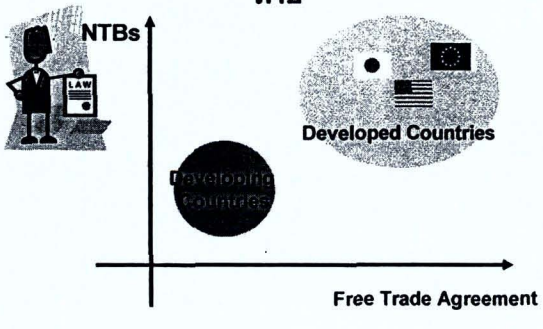
แนวโน้มและลักษณะของ NTBs ในปัจจุบัน

1. มีการกำหนดมาตรฐานทางด้านสุขอนามัยสำหรับสินค้านำเข้าที่มีความเข้มงวดสูงขึ้น
2. การนำประเด็นด้านอื่นๆ อาทิ เรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การใช้แรงงานที่ถูกกฎหมาย และธรรมาภิบาลในการค้า มาเกี่ยวข้องกับมาตรฐานสินค้า



23

แนวโน้มการใช้มาตรการกีดกันทางการค้าที่มิใช่ภาษี



24

เหตุผลเบื้องหลังการใช้มาตรการกีดกันทางการค้า

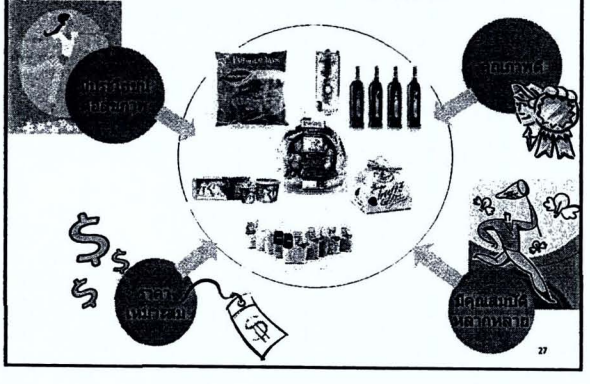
1. เพื่อปกป้องอุตสาหกรรมการผลิตภายในประเทศ
2. เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคภายในประเทศ และสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคถึงคุณภาพและมาตรฐานของสินค้านำเข้า
3. สร้างรายได้ให้กับประเทศจากการจัดเก็บภาษีนำเข้า
4. เพื่อเป็นข้อต่อรองทางการทูตและการค้าระหว่างประเทศ และใช้ในการตอบโต้ประเทศคู่ค้า

25

แนวโน้มความต้องการสินค้าอาหาร

1. **ด้านสุขภาพ** : คุณค่าทางโภชนาการ ความสดสะอาด
2. **ด้านความสะดวกรวดเร็ว** : อาหารพร้อมรับประทาน บรรจุภัณฑ์ที่สะดวกต่อการใช้งาน
3. **ด้านธรรมาภิบาลของธุรกิจ** : เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรอินทรีย์ สิทธิมนุษยชน การใช้แรงงานถูกกฎหมาย ฯลฯ
4. **ด้านความรื่นรมย์ในการบริโภค** : รสชาติความพิถีพิถัน เคล็ดลับพิเศษในสูตรอาหาร ตรงกับไลฟ์สไตล์ในปัจจุบัน

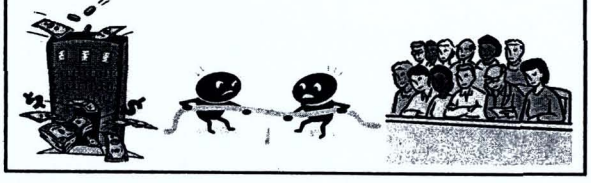
การพัฒนานวัตกรรมสินค้าอาหาร



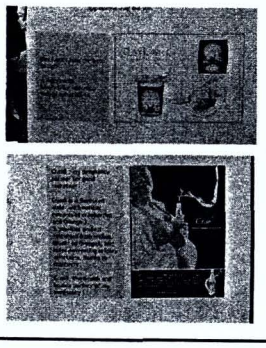
27

ประโยชน์ที่ได้จากการพัฒนานวัตกรรมสินค้า

- สร้างมูลค่าเพิ่ม
- สร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน
- สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ในหลายๆ ด้าน



ตัวอย่างนวัตกรรมสินค้าในตลาดต่างประเทศ



ความเชื่องโยงระหว่างอาหารและความงาม:

• โยเกิร์ต Day Light ผสมบลูเบอร์รี่ ซึ่งมีสารต้านอนุมูลอิสระ เสริมสร้างความชุ่มชื้นแก่ผิวพรรณ ป้องกันมลภาวะจากภายนอก รวมทั้งแสงแดด

• เครื่องดื่ม CranB สำหรับสตรีมีครรภ์ ผสมสารสกัดจากแครนเบอร์รี่และโอเมก้า 3 เพื่อเพิ่มและความชุ่มชื้นและช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบปัสสาวะ

29

ตัวอย่างนวัตกรรมสินค้าในตลาดต่างประเทศ

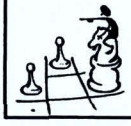
แนวทางการดำเนินงาน ของกรมส่งเสริมการส่งออก เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมใหม่

- โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์และรูปแบบบรรจุภัณฑ์อาหาร โดยนำผู้เชี่ยวชาญจากทั้งในประเทศและในต่างประเทศ มาให้ความรู้และคำแนะนำแก่ผู้ประกอบการ
- การจัดประกวดออกแบบบรรจุภัณฑ์อาหารเป็นประจำทุกปี โดยมีแนวคิดที่สอดคล้องกับความต้องการในตลาดต่างประเทศ
- การจัดแสดงนิทรรศการบรรจุภัณฑ์อาหารที่ชนะการประกวด รวมทั้งนวัตกรรมอาหารใหม่ในงานแสดงสินค้าอาหารระดับนานาชาติ (Thaifex)

31

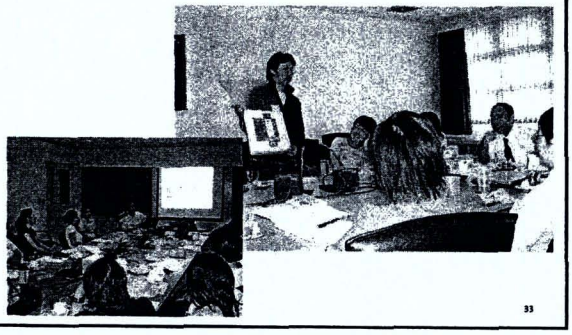
แนวทางการดำเนินงาน ของกรมส่งเสริมการส่งออก เพื่อสนับสนุนนวัตกรรมใหม่ (ต่อ)

- การจัดให้คำปรึกษาแนะนำการออกแบบให้แก่ผู้ประกอบการเป็นรายบริษัท (Design Clinic)
- การจัดทำข้อมูลแนวโน้มการออกแบบ (Design Trend) ในตลาดต่างประเทศ เพื่อเผยแพร่แก่ผู้ส่งออก



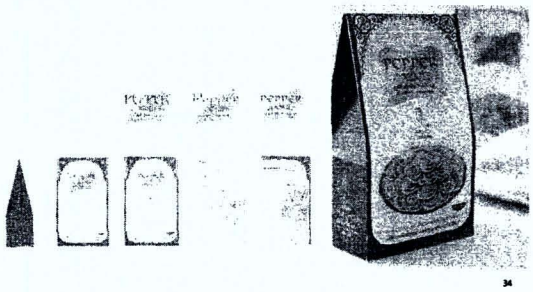
32

โครงการพัฒนาบรรจุภัณฑ์อาหาร
FOOD PACKAGING DESIGN DEVELOPMENT



33

ผลิตภัณฑ์อาหารที่เข้าร่วมพัฒนาในโครงการฯ
FOOD PACKAGING DESIGN DEVELOPMENT



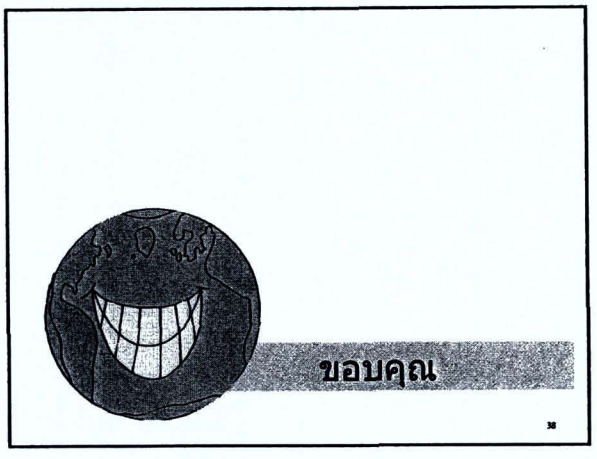
34

การสร้างมูลค่าโดย
พัฒนาบรรจุภัณฑ์

BEFORE

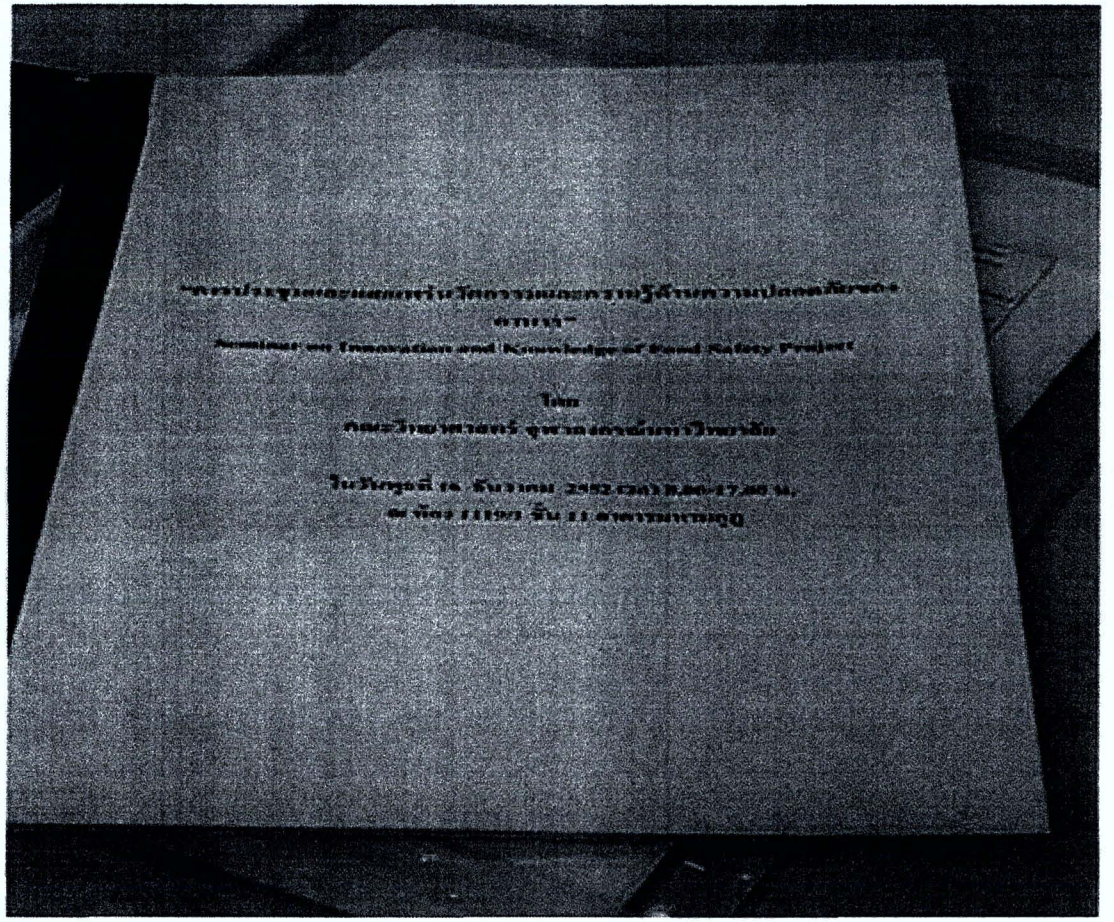
โครงการพัฒนา
บรรจุภัณฑ์อาหาร

BEFORE
AFTER
โครงการพัฒนา
บรรจุภัณฑ์อาหาร
37


ขอบคุณ
38

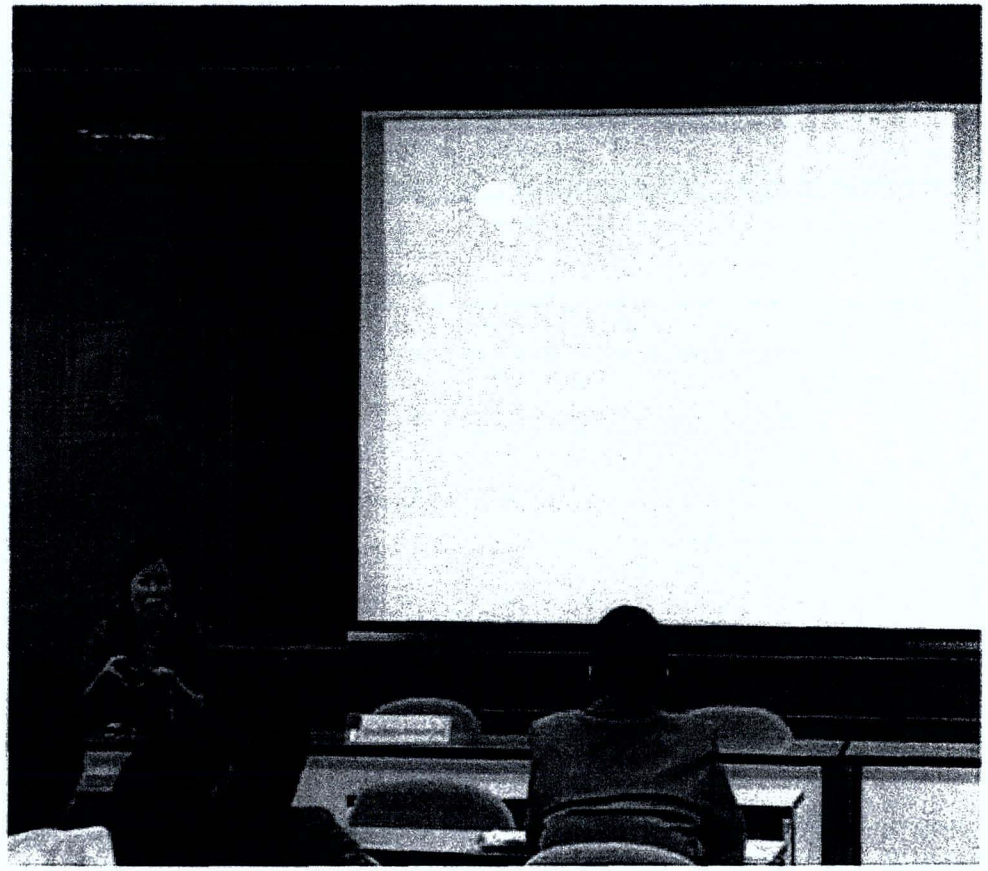
รูปภาพประกอบ

การประชุมและเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยของอาหาร
วันพุธที่ 16 ธันวาคม 2552



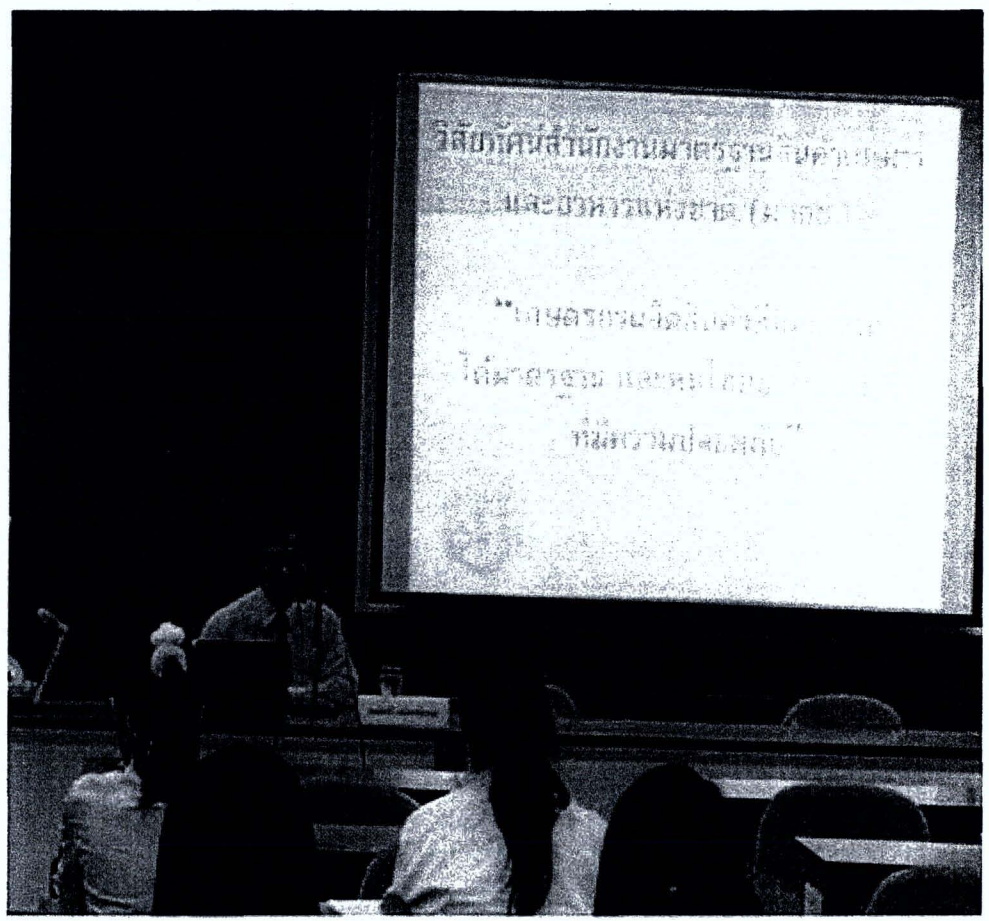
บรรยายพิเศษ เรื่อง สินค้าอาหารไทยสู่ตลาดโลก

โดย นักวิชาการพาณิชย์ชำนาญการพิเศษ สำนักบริการส่งออก (คุณสุจิตรา ถนอมทรัพย์)



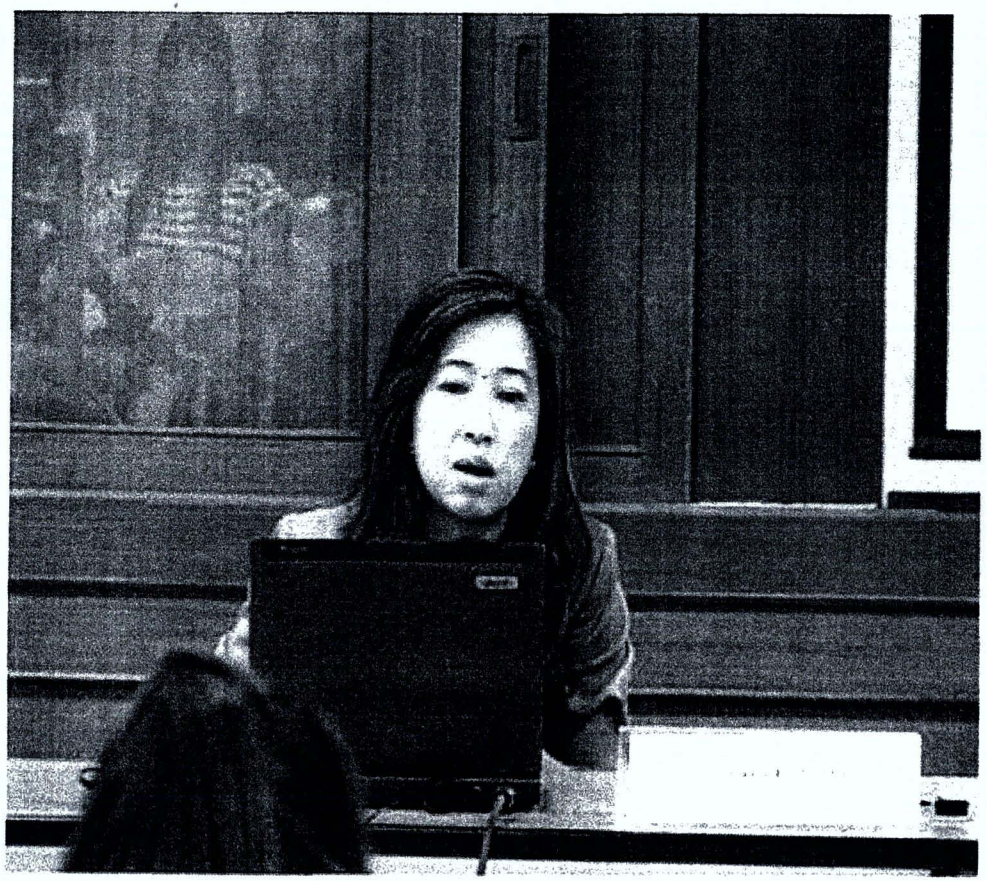
บรรยายพิเศษ เรื่อง คุณภาพมาตรฐานความปลอดภัยของสินค้าเกษตรและอาหาร

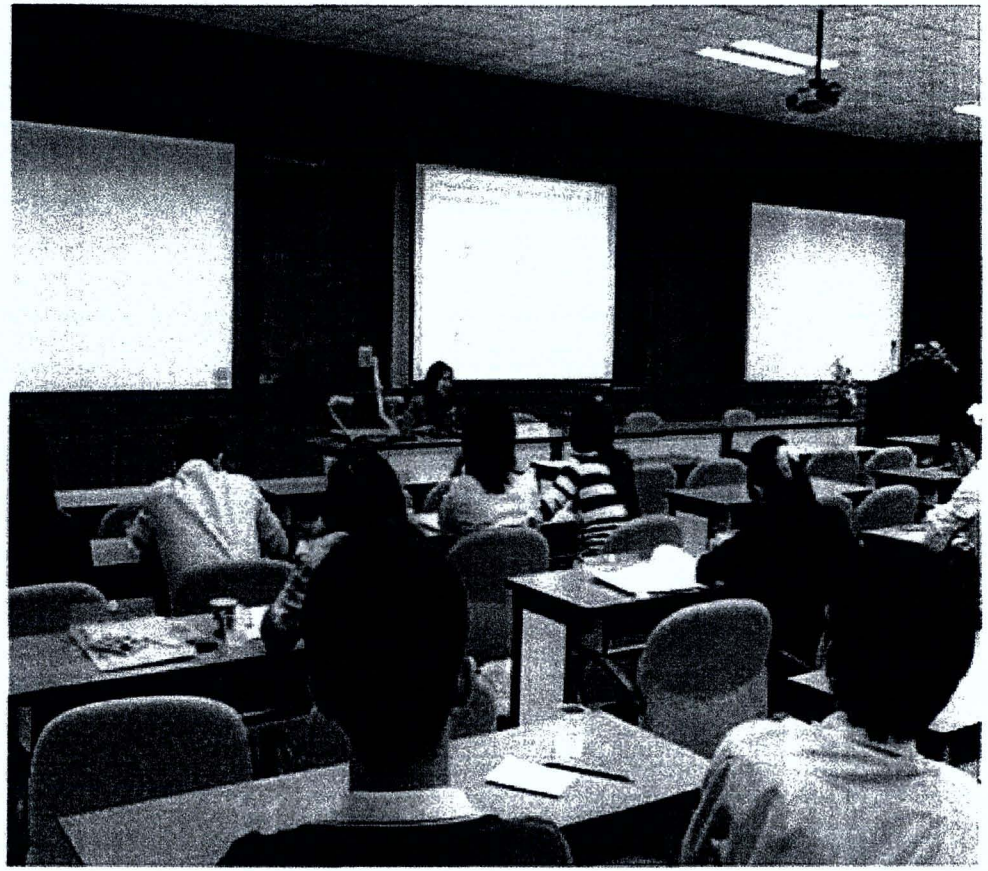
โดย นายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษสำนักมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ สำนักงานมาตรฐานสินค้าการเกษตร และอาหารแห่งชาติ(คุณชัยศิริ มหันตชัยสกุล)



ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

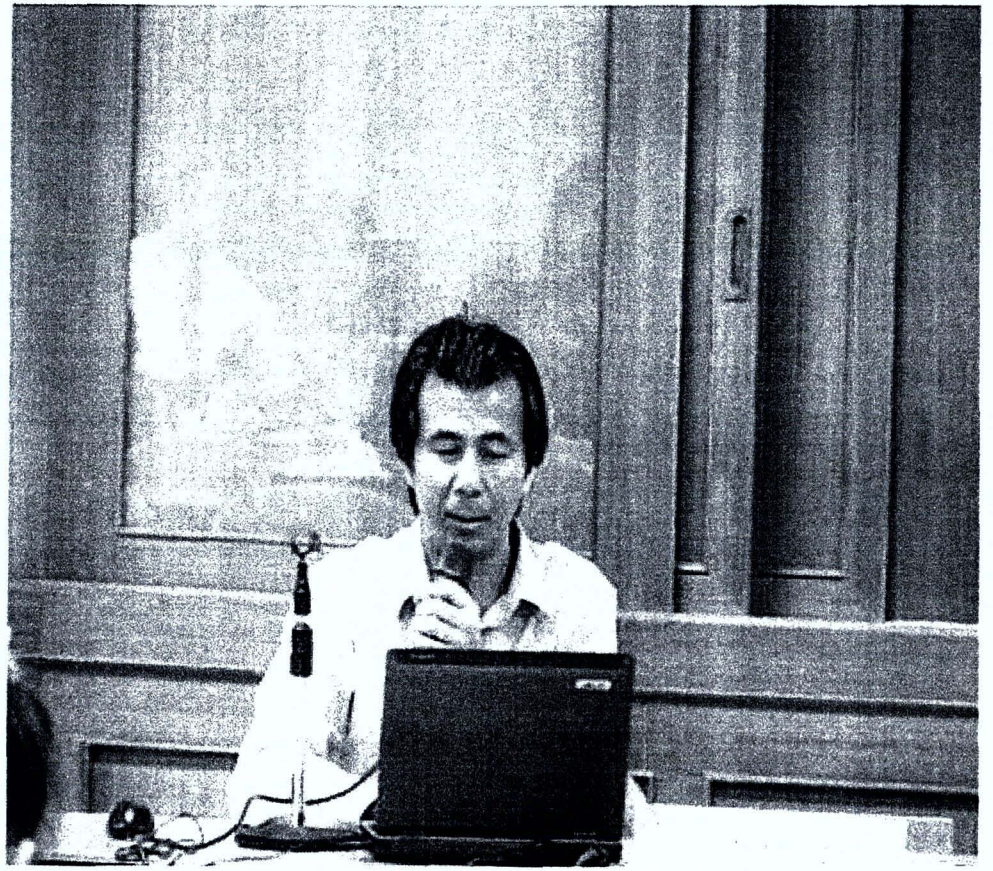
เรื่อง การคัดสายพันธ์พริกและงาเพื่อการประยุกต์ด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริม

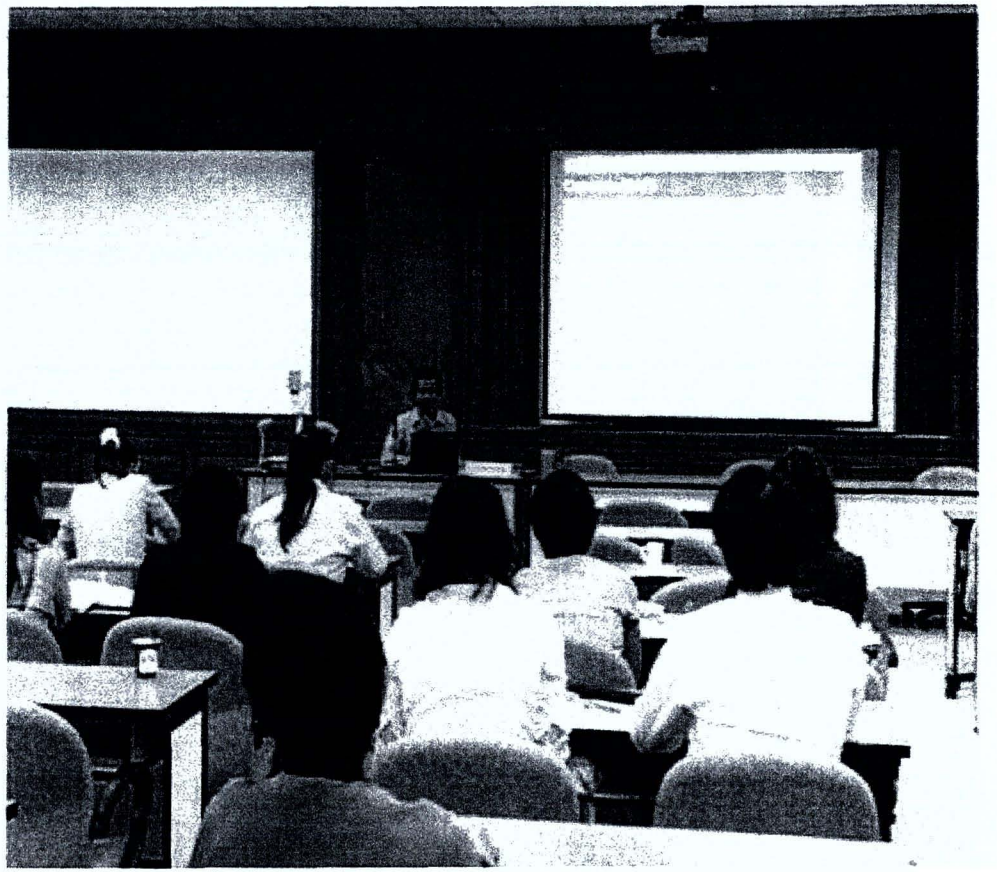




ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์และหาปริมาณแคพไซซินและไฮโดรแคพไซซินในผลิตภัณฑ์พริกและอาหารรสเผ็ด



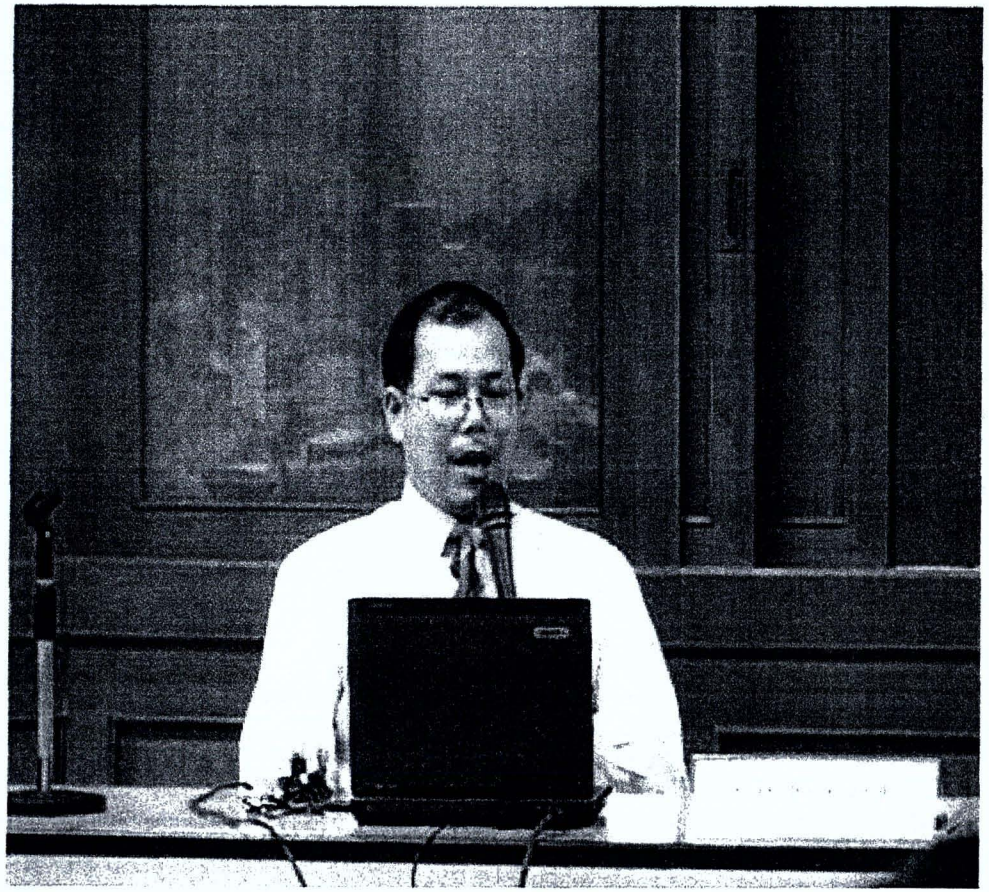


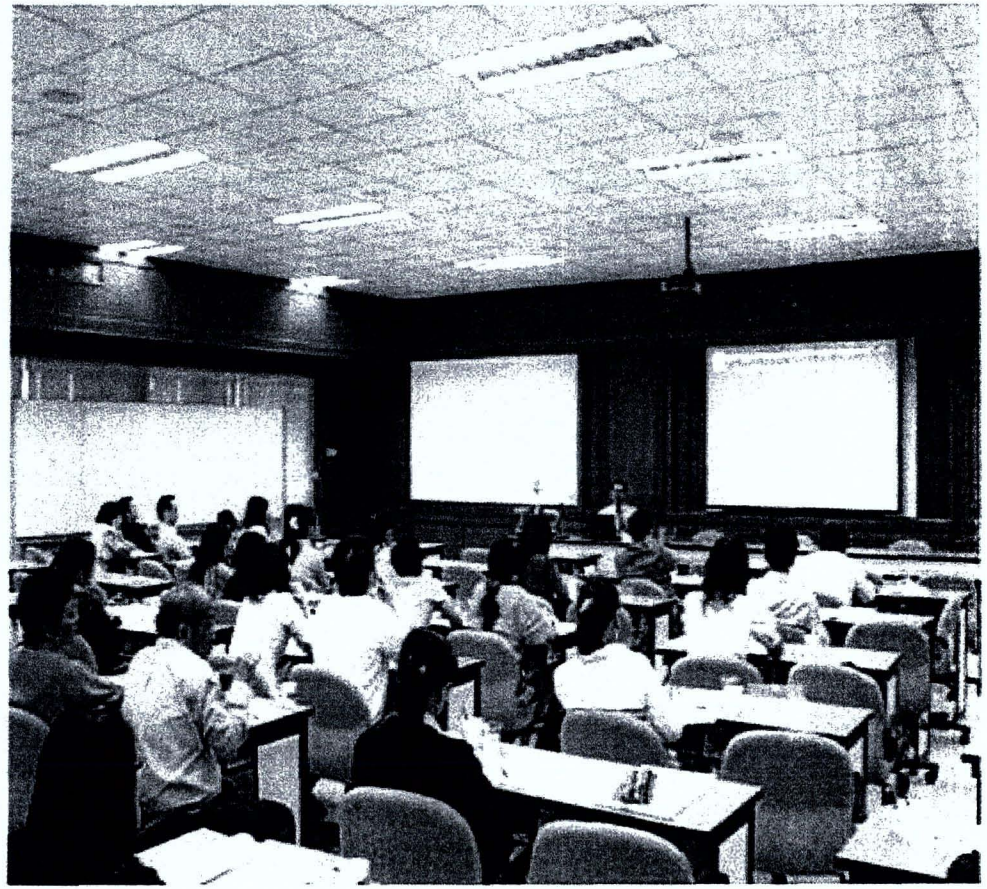
ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง โมเลกุลดีเอ็นเอเพื่อการพัฒนาการวิเคราะห์คุณภาพและปลอดภัย แนวใหม่ในวัตถุดิบและอาหารแปรรูป

ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง การผลิตอาหารเสริมสุขภาพเพื่อป้องกันโรคข้อกระดูกเสื่อมจากเปลือกอาหารทะเล



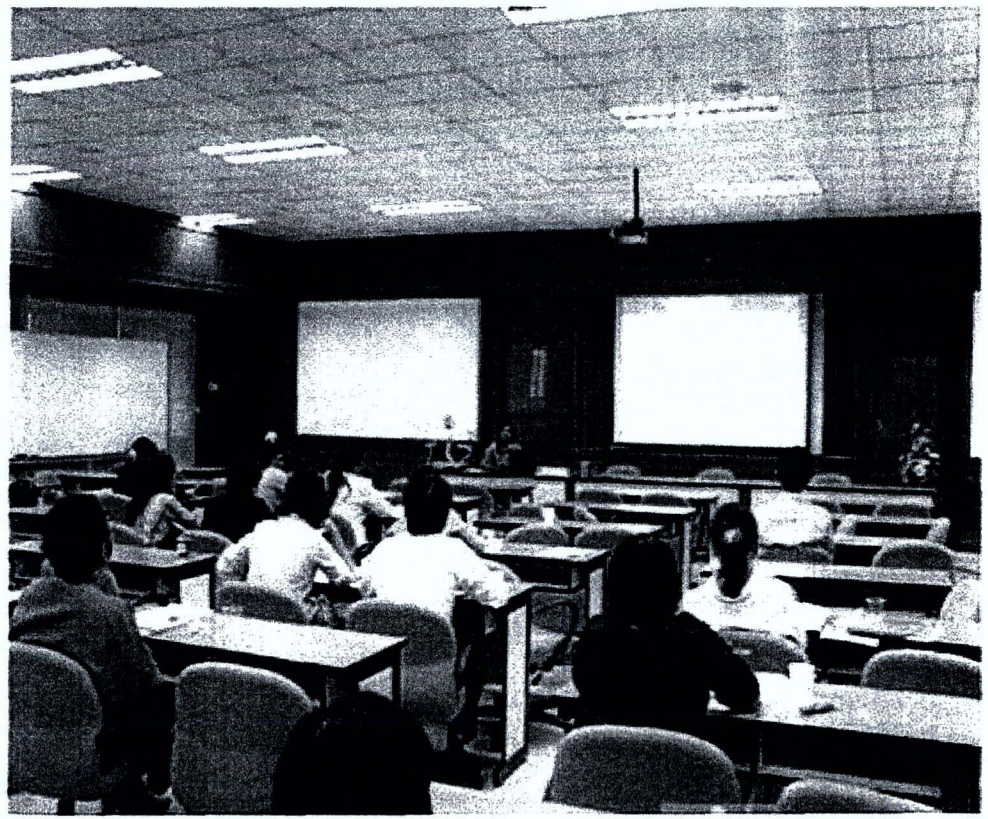


ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาระบบข้อมูลรหัส 2 มิติ และการควบคุมเชิงบูรณาการในการกำกับดูแลคุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร : โมเดลเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

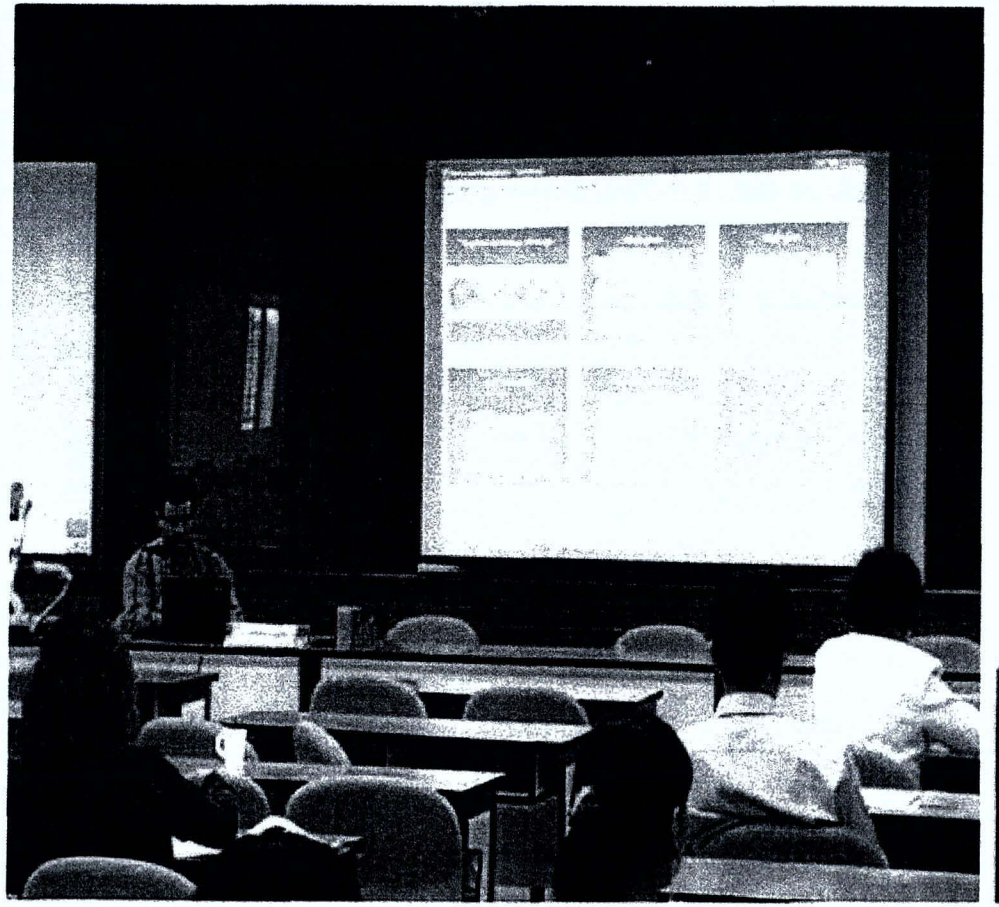
ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง ผลิตภัณฑ์ผักผลไม้ท้องถิ่นที่มีเฉพาะของสารพรีไบโอติกส์(Prebiotics) และแอนติออกซิแดนต์(Antioxidants)



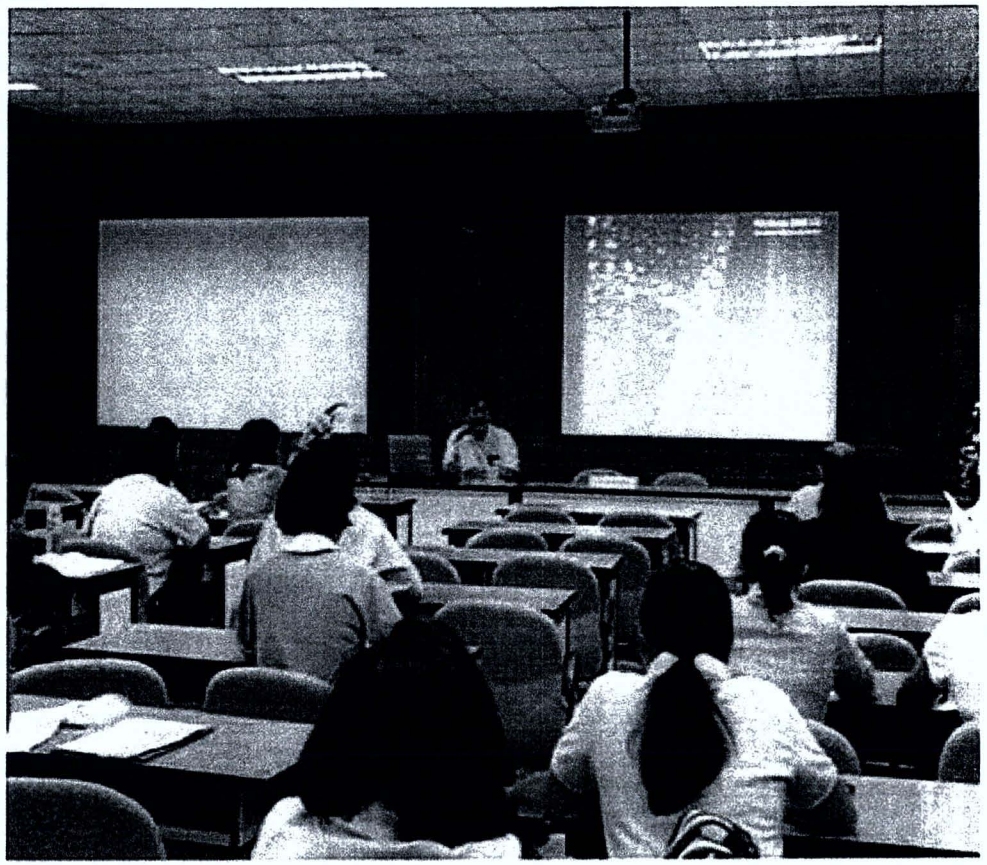
ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง ผลไม้เพื่อสุขภาพที่เคลือบเกลือแร่และวิตามินสำหรับผู้สูงอายุ



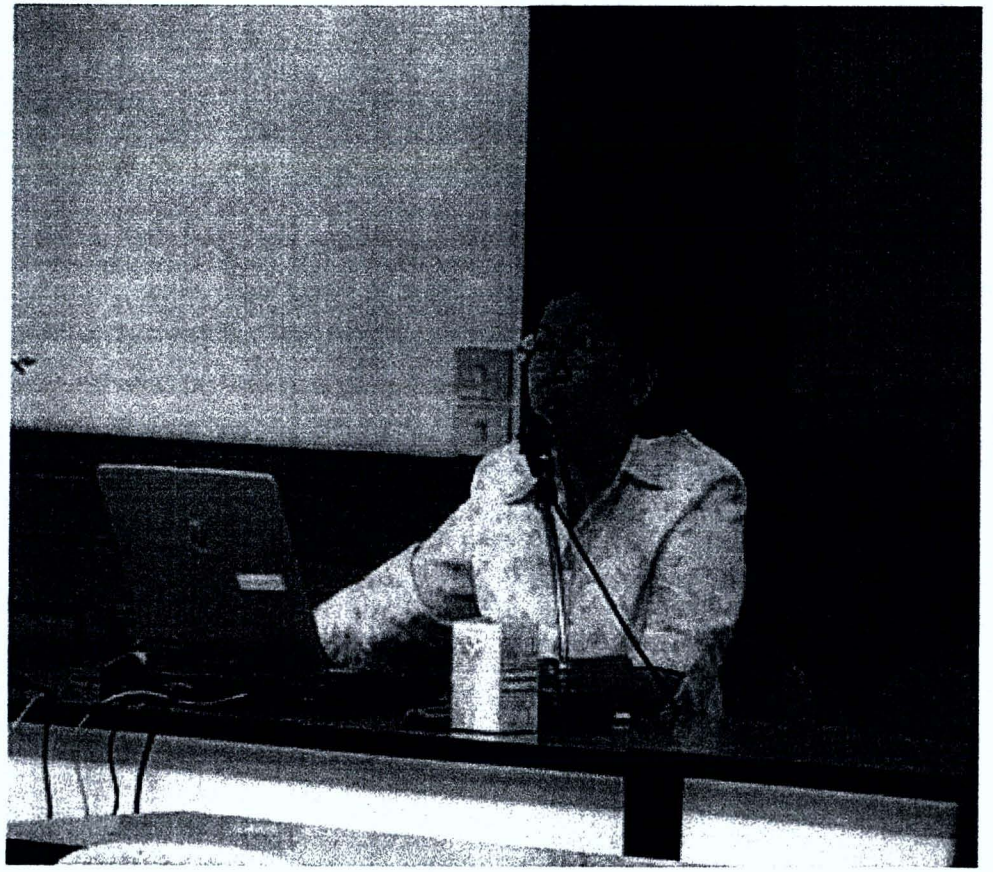
ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

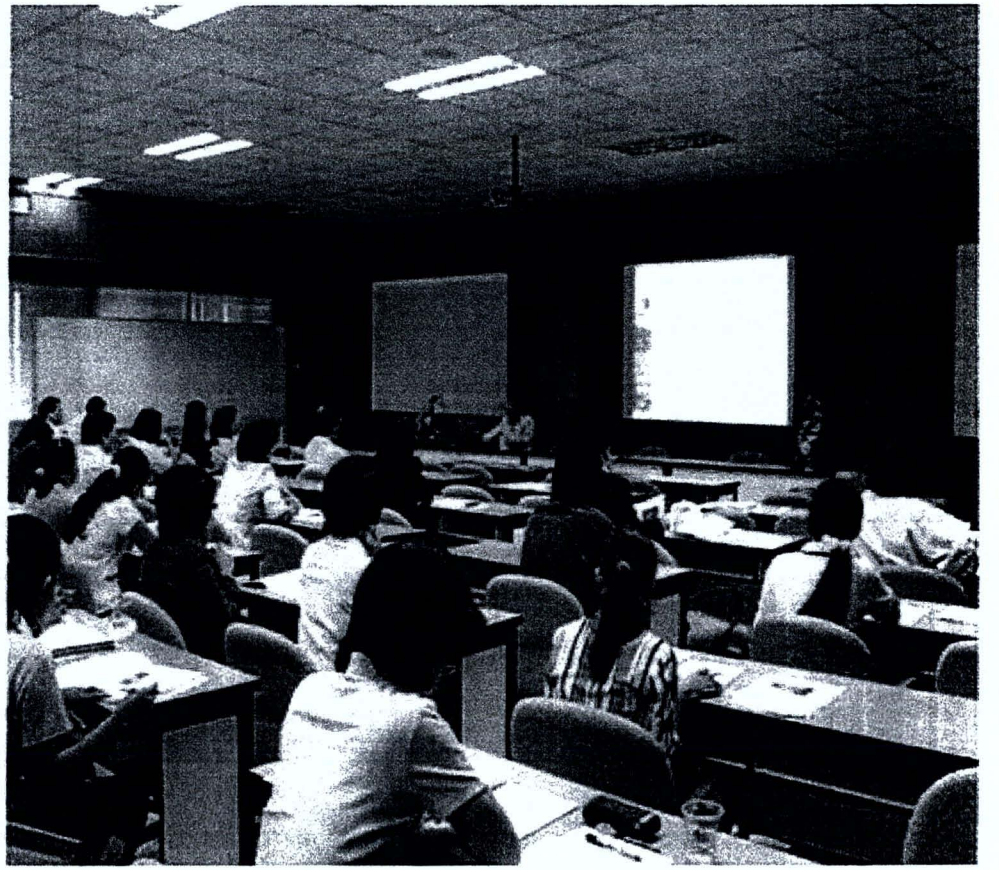
เรื่อง การผลิตพอลิเมอร์จากจุลินทรีย์เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร



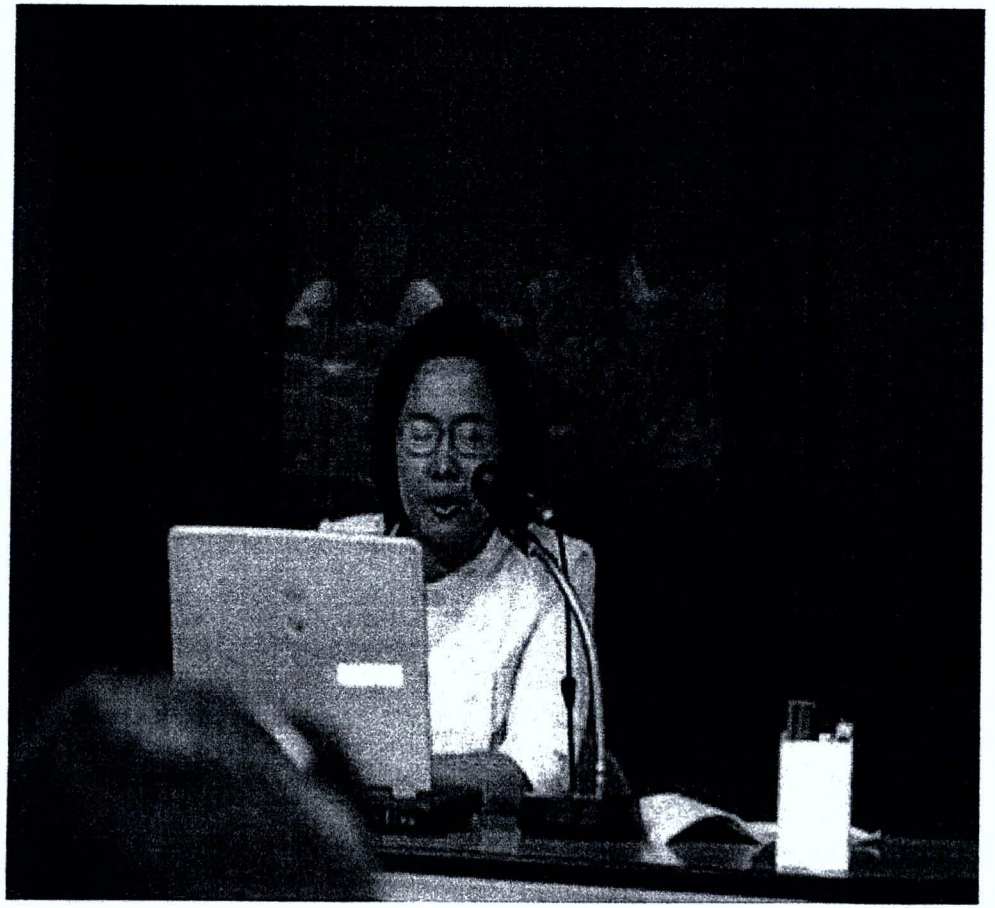
ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนมอนนอกไซด์ในเนื้อสัตว์แช่แข็งในบรรจุภัณฑ์ดัดแปรบรรยากาศ



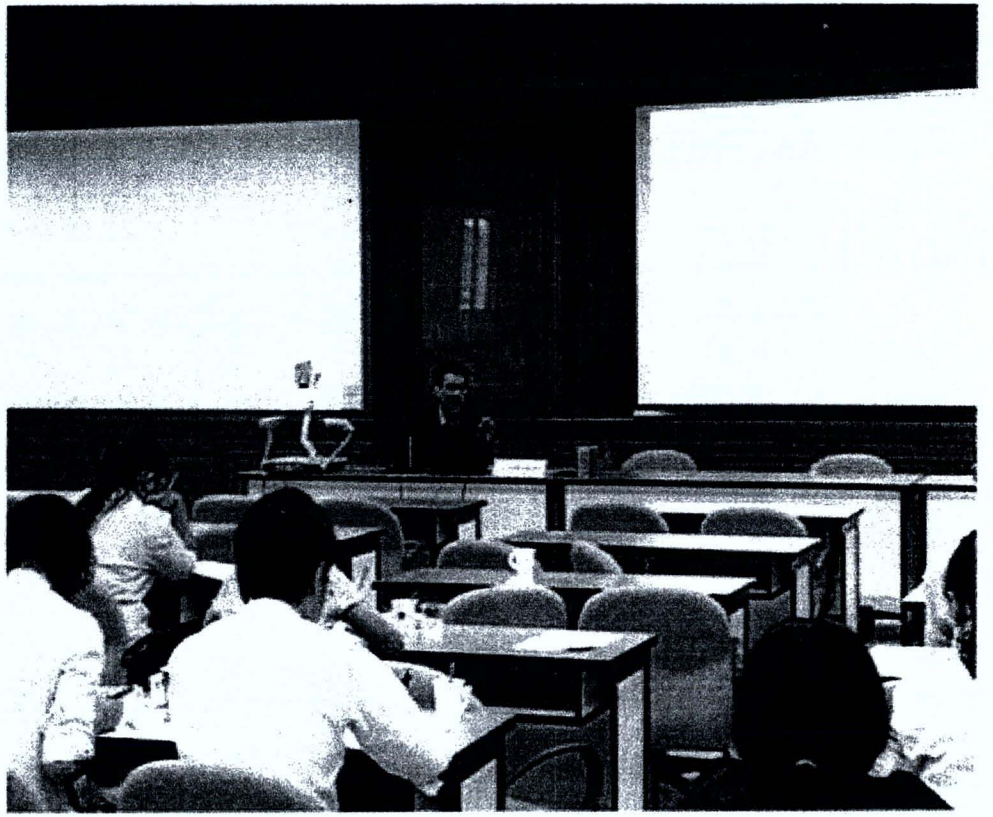


ผู้ร่วมวิจัยนำเสนอรายงานการวิจัย
เรื่องการผลิตสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร



ผู้ร่วมวิจัยเสนอรายงานการวิจัย

เรื่อง สารสำคัญและการประกันคุณภาพอาหารเสริมจากกระชายดำ



การประชุมเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยทางอาหาร

ณ ห้อง 1119/1 ชั้น 11 อาคารมหามกุฎ

วันพุธที่ 16 ธันวาคม 2552

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	8.00-12.00 น	13.00-17.00
1	รศ.ดร.ศิริรัตน์ ก๊กผล		
2	รศ.ดร.อรวรรณ ชัยลภากุล		
3	รศ.ดร.มงคล สุขวัฒนาสินิทธิ์		
4	รศ.ดร.สันติ ทิพยางค์		
5	รศ.ดร.ธรรมนูญ หนูจักร		
6	ผศ.ดร.วรินทร ชวศิริ		
7	ผศ.พรพรรณ อุดมกาญจนนันท์		
8	ผศ.สุชาดา จูอนุวัฒนกุล		
9	ผศ.ดร.ณัฐชนัญ ลีพิพัฒน์ไพบูลย์		
10	ผศ.มล.ศิริพัสตร์ ไชยันต์		
11	ผศ.ดร.ปรีชา ภูวไพรศิริศาล		
12	ผศ.ดร.ไพฑูรย์ รัชตะสาคร		
13	อ.ดร.พัฒทรา สวัสดี		
14	อ.ดร.ลักษณา ดูบาส		
15	อ.ดร.อนวัช อาชวาคม		
16	รศ.ดร.สุเทพ ธนียวัน		
17	รศ.จิราภรณ์ ธนียวัน		
18	รศ.ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง		
19	ผศ.ดร.พาสวดี ประทีปะเสน		
20	ผศ.สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์		
21	ผศ.ดร.ปิยะศักดิ์ ชอุ่มพฤกษ์		
22	ผศ.เตือนใจ โก้สกุล		
23	นางสาวหฤทัย แสงจรัสวิชัย		
24	ผศ.ดร.[illegible]		
25	[illegible]		
26	[illegible]		
27			
28			
29			

การประชุมเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยทางอาหาร

ณ ห้อง 1119/1 ชั้น 11 อาคารมหามกุฎ

วันพุธที่ 16 ธันวาคม 2552

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	8.00-12.00 น	13.00-17.00
	นายอนากูล จันทา	อนากูล	
	นาย[illegible] งามชัยชาติ	[illegible]	
	น.ส. ผกาสุดา นธี เลขยสิริสานชัย	ผกาสุดา	
	นายชัยวัฒน์ ผลดูเสนาร์	[illegible]	
	น.ช. ดารุณี พงษ์ระรื่น	ดารุณี	
	น.ส. ณัชชา กัมพิทักษ์	ณัชชา	
	น.ส. ทิพย์จรรยา รุ่งสว่าง	ทิพย์จรรยา	
	น.ส.สุกัญญา วิริยะอนุรักษ์	สุกัญญา	
	นส. ภัทรนา ปรีชาเกษตรกิจ	ภัทรนา	
	น.ส. ปิยนันท์ นิ่วขาว	ปิยนันท์	
	นส. ดวงตา ดอนสุวรรณ์	ดวงตา	
	น.ส. เบญจวรรณ นิลวงศ์	เบญจวรรณ	
	น.ส. มณีนุช ชูโต	มณีนุช	
	นส. มาตา อันแก้ว	มาตา	
	น.ส. พรทิพย์ ศิริเชื้อสกุล	พรทิพย์	
	น.ส วลัย [illegible]		วลัย
	น.ส. [illegible]	[illegible]	[illegible]
	น.ส เพ็ญพร [illegible]	เพ็ญพร	เพ็ญพร

การประชุมเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยทางอาหาร

ณ ห้อง 1119/1 ชั้น 11 อาคารมหามกุฎ

วันพุธที่ 16 ธันวาคม 2552

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	8.00-12.00 น	13.00-17.00 น.
1	คุณกิติวัฒน์ วิมลสมบัติ		
2	คุณกนิษฐา เหมประสาทพร	กนิษฐา เหมประสาทพร	กนิษฐา เหมประสาทพร
3	คุณกรอบตา ณ ถลาง		
4	คุณกิ่งกาญจน์ ทองตัน		
5	คุณกาญจนา ศักดิ์ศรีพิพัฒน์	กาญจนา ศักดิ์ศรีพิพัฒน์	กาญจนา ศักดิ์ศรีพิพัฒน์
6	คุณเกียรติศักดิ์ ภัทรพิชิต		
7	คณโกสินทร์ เพิ่มพูนสถาพร	โกสินทร์ เพิ่มพูนสถาพร	โกสินทร์ เพิ่มพูนสถาพร
8	คุณคมกริบ แพงไทย		
9	คุณคารารัตน์ ชายแก้ว ดารารัตน์ ชายแก้ว		
10	คุณจันทิมา เอยานนท์	Chantima Keayanon	Chantima Keayan
11	คุณจุฑาทิพย์ ครบสอน		
12	คุณจิรนันทร์ เอี่ยมศริยารักษ์		
13	คุณจิตติมา เบญจรัตมีโรจน์	จิตติมา เบญจรัตมีโรจน์	จิตติมา เบญจรัตมีโรจน์
14	คุณจารุณี กุลปิยะวาจา	พิชญดา แสนท้าว (แทน)	พิชญดา แสนท้าว (แทน)
15	คุณชัยนันท์ สุขสมิทธ์		
16	คุณชนิกานต์ ธนูพิทักษ์	ชนิกานต์ ธนูพิทักษ์	ชนิกานต์ ธนูพิทักษ์
17	คุณธรรศญา สักกามาตย์		
18	คุณนันทิวา วรรณวงศ์		
19	คุณนิติพงศ์ จิรวรานันท์		
20	คุณนารีรัตน์ แซ่แต้		
21	คุณปัทมา ทิพยจินดากุล	ปัทมา ทิพยจินดากุล	ปัทมา ทิพยจินดากุล
22	คุณปิยพร พิสุทธิ์พงศ์	ปิยพร พิสุทธิ์พงศ์	ปิยพร พิสุทธิ์พงศ์
23	คุณเปรมใจ สกุลกิจไพบูลย์	เปรมใจ สกุลกิจไพบูลย์	เปรมใจ สกุลกิจไพบูลย์
24	คุณพรศิลิ ปลื้มเกียรติชัย พรศิริ	พรศิริ ปลื้มเกียรติชัย	พรศิริ ปลื้มเกียรติชัย
25	คุณพรธิภา อาคะตะโต	พรธิภา อาคะตะโต	พรธิภา อาคะตะโต
26	คุณพิภัทรา วรวัฒนบัญชา		
27	คุณมณีวรรณ รักวาทัน		
28	คุณมาลี วิจิตรจรรยากุล		
29	คุณเยาวลักษณ์ ชัยชาญ		
30	คุณลัดดา ธนาลัย		

การประชุมเผยแพร่นวัตกรรมและความรู้ด้านความปลอดภัยทางอาหาร

ณ ห้อง 1119/1 ชั้น 11 อาคารมหามกุฎ

วันพุธที่ 16 ธันวาคม 2552

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	8.00-12.00 น	13.00-17.00 น.
31	คุณรัศมีพร จิระเดชปรีชาไพ		
32	คุณวลัย คลี่ฉายา		
33	คุณวัชรี คงรัตน์		
34	คุณวรรัตน์ ฉายสว่างวงศ์		
35	คุณวรรธนี สีลม		
36	ดร.วนิดา สาทิสสะรัต		
37	คุณวิภัทรา ศุภะจินดา		
38	คุณวราภรณ์ แก้วเที่ยง		
39	นายสัตวแพทย์วีรพล เหมรัตนกร		
40	คุณศศิกานต์ กัลหะรัตน์		
41	คุณศศิภา ภูมิวิชิต		
42	คุณสมจิตร บัวพุ่มพฤกษ์		
43	คุณสิทธิศักดิ์ ศรีสอาดรักษ์		
44	คุณสิริลักษณ์ ว่อง		
45	คุณสุทธิวัฒ ทองแจ้ง		
46	คุณสามารถ ธนะไพรรักษ์		
47	คุณอรพิณ บุญโชคชัย		
48	คุณเอกลักษณ์ แนบเนียต		
49	[illegible]		
50	[illegible]		
51	[illegible]		
52	[illegible]		
53	[illegible]		
54	[illegible]		
55	[illegible]		
56	[illegible]		
57	[illegible]		
58			
59			

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย