

# การหมักโกโก้ IV : การประเมินคุณภาพทางเคมีและประสาท สัมผัสของโกโก้หมักด้วยกล้ำเชื้อผสม

## Cocoa Fermentation IV: Chemical Properties and Sensory Evaluation in Mix-culture Fermented Cocoa

อรพิน ภูมิภมร<sup>1</sup> จันทนา จินดา<sup>1</sup> บุญให้ แหลมเพชร<sup>2</sup> และ ปิยนุช นาคะ<sup>2</sup>

Orapin Bhumibhamon, Jantana Jinda, Boonhai Laempet, and Piyanut Naka

---

### ABSTRACT

The quality of mix-culture fermented cocoa beans were evaluated by sensory taste which related to some chemical substances. The fermented cocoa beans were received from 4 farm-trials in 4 days fermentation batches with fully fermented beans of 79-87 %, thus indicated in FAO grade 1 standard.

Sensory taste of mix-culture fermented cocoa beans, evaluated by 20 trained panelists, indicated more preferable than the natural fermented one with preference score 6.0-7.5. The bitter astringent and acidity were reduced which related to the reduction of theobromine and glucose contents. The amount of theobromine and glucose were found to be 13.23-16.76 and 1.05-1.87 mg/g, respectively. The pH was 5.18-5.34 which was the pH range of accepted cocoa group. The organic acids that concerned to cocoa-flavour were acetic, lactic, citric and oxalic were found in the range of 0.60-2.89, 1.51-3.77, 2.83-3.34 and 0.49-0.56 mg/g respectively. According to proximate analysis, the protein and fat (cocoa butter) were in amount of 9.96-11.96 % and 53.41-58.00 % respectively with 61.65-67.75 % saturated and 32.25-38.35 % unsaturated fatty acid.

As the results of the experiment showed that the preference of mix-culture fermented cocoa beans were also related to some chemical substances in fermented cocoa which indicated to good quality cocoa beans. Thus, the improvement of cocoa fermentation with mix-culture can reduce fermentation time and also show better quality than the natural fermented one by without any changes in cocoa butter quality which was another good economic products.

**Key words :** sensory evaluation, mix-culture, fermented cocoa beans

---

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

<sup>2</sup> ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Horticulture Research Center, The Ministry of Agriculture and Cooperative.

## บทคัดย่อ

การประเมินคุณภาพเมล็ดโกโก้หมักด้วยกล่ำเชื้อผสมโดยทางประสาทสัมผัสและสารประกอบทางเคมี ได้ใช้เมล็ดโกโก้ที่ได้จากการหมักเป็นระยะเวลา 4 วัน โดยเกษตรกร 4 แหล่ง เมล็ดโกโก้ที่หมักได้มีจำนวนเมล็ดหมักสมบูรณ์ร้อยละ 79-87 และจัดอยู่ในมาตรฐานสากล เกรด 1

ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของโกโก้ได้ใช้ผู้ชิม 20 คน พบว่าโกโก้ที่หมักด้วยกล่ำเชื้อผสมได้รับการยอมรับสูงกว่าการหมักธรรมชาติ โดยมีค่าการยอมรับอยู่ระหว่าง 6.0-7.5 และยังมีผลให้รสขม รสฝาด และรสเปรี้ยวลดลงด้วยทั้งนี้มีปริมาณทรินีโอโบมินซึ่งมีผลต่อรสขมและรสฝาดอยู่ระหว่าง 13.23-16.76 มิลลิกรัม/กรัม ปริมาณน้ำตาลกลูโคส 1.05-1.87 มิลลิกรัม/กรัม นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่างยังอยู่ใน pH ปานกลางของการจัดกลุ่ม pH เมล็ดโกโก้คือ มี pH 5.18-5.34 ซึ่งเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่เดียวกันชนิดและปริมาณกรดอินทรีย์ที่เป็นปัจจัยหนึ่งของกลิ่นรสโกโก้ คือกรดอะซิติก กรดแลคติก กรดซิตริก และกรดออกซาลิก พบว่ามีปริมาณ 0.60-2.89, 1.51-3.77, 2.83-3.34 และ 0.49-0.56 มิลลิกรัม/กรัมตามลำดับ สำหรับปริมาณโปรตีนและไขมันที่ได้จาก proximate analysis นั้นมีค่าร้อยละ 9.96-11.96 และ 53.41-58.00 ตามลำดับ โดยมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวทั้งหมดอยู่ระหว่างร้อยละ 61.65-67.75 และ 32.23-38.35 ตามลำดับ

ผลจากการทดลองแสดง การยอมรับโดยการชิมของโกโก้ที่ได้จากการหมักด้วยกล่ำเชื้อผสมที่คัดเลือกได้สอดคล้องกับส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากการวิเคราะห์ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพที่ดีของโกโก้หลายอย่างด้วยกัน จึงกล่าวได้ว่าการหมักเมล็ดโกโก้ด้วยกล่ำเชื้อผสมมีผลต่อการลดระยะเวลาการหมักโกโก้แล้วโกโก้ยังมีคุณภาพดีกว่าการหมักแบบธรรมชาติ โดย

ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแต่อย่างใดต่อไขมันโกโก้ซึ่งมีมูลค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย

## คำนำ

โกโก้เป็นวัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่นชocolate โกโก้ผง ส่วนเนยโกโก้จะใช้ทำเครื่องสำอาง เป็นต้น คุณภาพของเมล็ดโกโก้ที่เป็นที่ต้องการของโรงงานผลิตชocolate นั้นได้พิจารณาเมล็ดโกโก้หลายด้านร่วมกันเช่น กลิ่น-รส (flavour) ความบริสุทธิ์ (purity) ความเป็นเนื้อเดียวกัน (consistency) ปริมาณเนื้อของเมล็ด (yield of edible material) และลักษณะเนยโกโก้ (Anon, 1984) การได้มาซึ่งคุณภาพร่วมกันดังกล่าว จึงจำเป็นจะต้องประเมินคุณภาพเมล็ดโกโก้หลังจากหมักโกโก้และทำให้แห้งแล้ว ซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทคือทางเคมี ทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส

อย่างไรก็ตาม การยอมรับคุณภาพของชocolate กลิ่น-รส ถือเป็นตัวที่มีบทบาทสำคัญที่สุดที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจ กลิ่น-รสที่เด่นคือ กลิ่นกรด รสกรด รสฝาด และรสขม ซึ่งกลิ่น-รส เหล่านี้มีผลมาจากส่วนประกอบทางเคมีในสายพันธุ์โกโก้และการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในกระบวนการหมักโกโก้

จากการศึกษาบทบาทของจุลินทรีย์ต่อการหมักโกโก้และการปรับปรุงการหมักโกโก้โดยใช้กล่ำเชื้อผสมที่คัดเลือกได้ มีผลทำให้ได้เมล็ดโกโก้หมักสมบูรณ์ได้มาตรฐานสากลเกรด 1 และลดเวลาการหมักเมล็ดโกโก้จาก 6 วัน เป็น 4 วัน (อรพินและคณะ, 2540) การประเมินครั้งที่ผ่านมาเป็นการประเมินคุณภาพในระดับกายภาพเท่านั้นซึ่งไม่เพียงพอเพราะเมล็ดโกโก้ที่ผลิตส่งโรงงานทำชocolate จะต้องพิจารณากลิ่น-รสเป็นสำคัญ ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลคุณภาพโกโก้หมักด้วยกล่ำเชื้อมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจึงเห็นสมควรที่จะศึกษาถึงสารประกอบทางเคมีใน

เมล็ดโกโก้ที่เกิดขึ้นภายใต้การหมัก รวมทั้งประเมินการยอมรับโกโก้ที่หมักด้วยประสาทสัมผัสโดยการนำเมล็ดโกโก้ที่ทดลองมาทำเป็นชอคโกแลตและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Hedonic scale พร้อมทดสอบการยอมรับ และใช้วิธี scoring ในการให้คะแนนความเข้มของกลิ่น-รสโกโก้ (จินตนา และเพ็ญขวัญ, 2537)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### เมล็ดโกโก้หมัก

ใช้เมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมของเกษตรกร 4 แหล่งคือ ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร จังหวัดชุมพร ส่วนที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีได้แก่ บริษัทวิทยุเกษตร จำกัด สวนคุณทองอยู่ ปันแจ่งอรุณ และสวนคุณชิต ชุมสุข (อรพิน และคณะ, 2540)

### การประเมินคุณภาพเมล็ดโกโก้ทางเคมี

ในการประเมินคุณภาพเมล็ดโกโก้ทางเคมีนั้นจะอาศัยส่วนประกอบทางเคมีบางชนิดที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ได้อธิบายใน A.O.A.C. (1990) ได้แก่ pH, proximate analysis กลูโคส ทรีโอโพรมิน กรดอินทรีย์ (Holm et al., 1994) ส่วนกรดไขมันนั้นวิเคราะห์โดยงานพืชน้ำมัน กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และชนิดกรดอะมิโนวิเคราะห์โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

### การประเมินคุณภาพของเมล็ดโกโก้ทางประสาทสัมผัส

ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะนำได้นำเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมมาทำเป็นชอคโกแลตที่ใช้ในการชิม (chocolate taste) ตามวิธีของ Holm et al. (1994) แล้วนำชอคโกแลตที่ได้ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ชิมที่ผ่าน

การฝึกชิมชอคโกแลตคำโดยเฉพาะ (Trained panelist) จำนวน 20 คน ของศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพรการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะใช้วิธี Hedonic scale (จินตนา และ เพ็ญขวัญ, 2537) เพื่อทดสอบกลิ่น-รสโกโก้ กลิ่น-รสกรด และการยอมรับ โดยใช้คะแนนความเข้มของกลิ่น-รสโกโก้ กลิ่น-รสกรด รสฝาด กลิ่นผิดปกติอยู่ในช่วง 1-5 (1 = ไม่สามารถตรวจสอบได้ 2 = ความเข้มเล็กน้อย 3 = ความเข้มปานกลาง 4 = ความเข้มมาก 5 = ความเข้มสูงสุด) ส่วนค่าการยอมรับจะอยู่ในช่วง 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 5 = เฉยๆ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก 9 = ชอบมากที่สุด)

ในการประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสยังได้นำโกโก้ผงตรา Delfi จากบริษัทสยามโกโก้โปรดักส์ จำกัด มาชิมเปรียบเทียบกับ อนึ่งโกโก้ผง Delfi เป็นโกโก้ที่ผลิตจากเมล็ดโกโก้ที่ผ่านกระบวนการอุตสาหกรรมแปรรูปสภาพเป็นโกโก้ผงและปรับมาตรฐานสินค้าแล้ว ส่วนโกโก้ที่ได้จากการทดลองนี้ยังไม่ได้ผ่านการแปรรูปใดๆ ดังนั้นคุณสมบัติจึงแตกต่างกัน

## ผลและวิจารณ์

### การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการนำเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมในระดับเกษตรกร 4 แหล่งในจังหวัดชุมพรและสุราษฎร์ธานี มาทำชอคโกแลตและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิม 20 คน พบว่า ค่าการยอมรับของโกโก้ที่ผลิตจากเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมโดยใช้เวลาหมัก 4 วันนั้นอยู่ระหว่าง 6.0 - 7.5 ซึ่งสูงกว่าการหมักแบบธรรมชาติ (Table 1) ส่วนตัวอย่างที่ผลิตขายเป็นการค้าในประเทศไทยมีค่าเป็น 8.0 ซึ่งตัวอย่างโกโก้ที่ขายนั้นได้ผ่านขบวนการ

แปรสภาพในโรงงานผลิตโกโก้ผง ส่วนตัวอย่างที่ได้จากการทดลองหมักนั้นยังไม่ได้ผ่านขบวนการผลิตเป็นโกโก้ผง ดังนั้นจากค่าของความชอบที่ปรากฏควรจะเป็นที่ยอมรับของโรงงานรับซื้อเมล็ดโกโก้ได้ เพราะเมื่อนำไปผ่านขบวนการแปรสภาพก็ควรจะได้ค่าความชอบใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ผลิตเป็นการค้า

นอกจากนี้โกโก้ที่ได้จากการหมักด้วยกล้าเชื้อผสมมีผลให้รสขมและรสฝาดลดลงจาก 3.5-5.0 ลดลงเหลือ 2.0-2.5 (Table 1) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างเปรียบเทียบและสอดคล้องกับปริมาณทรีโอโบรมินที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นมียาลดลงในโกโก้ที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสม (Table 3) สำหรับกลิ่นกรดพบว่าส่วนมากแล้วจะไม่มีมีความแตกต่างกันในเมล็ดโกโก้ที่ได้จากการทดลอง ในขณะที่กลิ่นโกโก้มีความเข้มข้นในเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้าเชื้อผสมมีค่าความเข้ม 2.5-4.0 ส่วนตัวอย่างเปรียบเทียบมีค่าความเข้ม 4.0 (Table 1)

### ปริมาณกรดอินทรีย์

ชนิดกรดอินทรีย์ที่พบในเมล็ดโกโก้มีหลายชนิด และจากการศึกษาของ Holm *et al.* (1994) รายงานว่ากรดที่มีบทบาทต่อกลิ่น-รสของโกโก้มี 4 ชนิดได้แก่ กรดอะซิติก กรดแลคติก กรดซิตริกและกรดออกซาลิก และจากค่า correlation coefficient (r) พบว่ากรดอะซิติก และกรดแลคติก มีความสัมพันธ์กับกลิ่น-รสโกโก้ แบบ negative แต่มีความสัมพันธ์กับกลิ่นกรดแบบ positive ในทางตรงข้ามกรดออกซาลิกและกรดซิตริกมีความสัมพันธ์กับกลิ่น-รสโกโก้ แบบ positive แต่มีความสัมพันธ์กับกลิ่นกรดแบบ negative

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอินทรีย์ในเมล็ดโกโก้หมัก 4 แหล่ง พบว่าเมล็ดโกโก้ที่ได้จากการหมักด้วยกล้าเชื้อผสมมีปริมาณกรดอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด ส่วนใหญ่จะลดลง (Table 2) โดยเฉพาะกรดแลคติก และกรดซิตริกเมื่อเปรียบเทียบกับกรหมักแบบธรรมชาติ สำหรับ pH ในเมล็ดโกโก้แห้งมีค่าอยู่

**Table 1** Flavour assessments: flavour profiles of cocoa from 4- day fermented samples.

|                           | Cocoa             | Acid              | Bitter            | Astringent        | Preference       |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Farm trial I              |                   |                   |                   |                   |                  |
| Control                   | 1.5 <sup>b</sup>  | 1.5 <sup>ns</sup> | 5.0 <sup>a</sup>  | 5.0 <sup>a</sup>  | 3.5 <sup>c</sup> |
| Inoculum                  | 2.5 <sup>b</sup>  | 1.5 <sup>ns</sup> | 2.5 <sup>b</sup>  | 2.0 <sup>c</sup>  | 5.8 <sup>b</sup> |
| Farm trial II             |                   |                   |                   |                   |                  |
| Control                   | 3.0 <sup>ns</sup> | 1.5 <sup>ns</sup> | 4.0 <sup>ns</sup> | 4.0 <sup>ns</sup> | 5.0 <sup>c</sup> |
| Inoculum                  | 4.0 <sup>ns</sup> | 2.0 <sup>ns</sup> | 3.0 <sup>ns</sup> | 2.0 <sup>ns</sup> | 7.5 <sup>a</sup> |
| Farm trial III            |                   |                   |                   |                   |                  |
| Control 2.5 <sup>ns</sup> | 1.5 <sup>ns</sup> | 4.5 <sup>a</sup>  | 3.5 <sup>ns</sup> | 4.0 <sup>c</sup>  |                  |
| Inoculum                  | 3.0 <sup>ns</sup> | 1.0 <sup>ns</sup> | 2.0 <sup>c</sup>  | 2.5 <sup>ns</sup> | 6.0 <sup>b</sup> |
| Farm trial IV             |                   |                   |                   |                   |                  |
| Control                   | 3.5 <sup>ns</sup> | 3.0 <sup>a</sup>  | 4.0 <sup>ns</sup> | 4.5 <sup>ns</sup> | 6.0 <sup>c</sup> |
| Inoculum                  | 4.0 <sup>ns</sup> | 1.5 <sup>b</sup>  | 2.0 <sup>ns</sup> | 2.5 <sup>ns</sup> | 7.0 <sup>b</sup> |
| Reference sample          | 4.0 <sup>ns</sup> | 1.5 <sup>b</sup>  | 3.0 <sup>ns</sup> | 2.0 <sup>ns</sup> | 8.0 <sup>a</sup> |

ระหว่าง 5.18-5.34 (Table 3) ซึ่งเป็น pH ที่สูงกว่าระหว่างการหมักโกโก้ (อรพินและคณะ, 2540) การที่ pH เพิ่มขึ้นมีผลต่อกลิ่นกรดลดลงพร้อมทั้งช่วยให้กลิ่น-รสโกโก้เพิ่มขึ้นอีกด้วย นักวิทยาศาสตร์บางท่านกล่าวว่ากรดแลคติกเป็นกรดสำคัญต่อการตอบสนองกลิ่น-รสกรด (Li *et al.*, 1983) ในขณะที่บางท่านก็ว่าทั้งกรดอะซิติกและกรดแลคติกเป็นกรดที่ตอบสนองต่อกลิ่น-รสกรด (Lopez, 1983) ดังนั้นการหมักเมล็ดโกโก้ด้วยเชื้อผสมของเกษตรกรพบว่าปริมาณกรดอินทรีย์บางชนิดลดลง (Table 2) โดยเฉพาะกรดแลคติก จึงน่าจะเป็นผลดีต่อการยอมรับชอคโกแลตที่ผลิตจากเมล็ดโกโก้ดังกล่าว อย่างไรก็ตามปริมาณกรดอินทรีย์ทั้ง 4 ชนิดที่พบยังมีความแตกต่างจากเมล็ดโกโก้แห้งจากประเทศกานา โดยเมล็ดโกโก้แห้งจากประเทศกานาจัดเป็นโกโก้ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุดซึ่งในการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถหาเมล็ดโกโก้แห้งจากประเทศกานามาศึกษาพร้อมกัน จึงได้ขอคำเอกสารอ้างอิงของ Holm *et*

*al.* (1994) เป็นแหล่งเปรียบเทียบ กล่าวคือเมล็ดโกโก้แห้งจากประเทศกานามีปริมาณกรดอะซิติก กรดแลคติก กรดซิตริก และกรดออกซาลิกในปริมาณ 2.6, 0.9, 6.1 และ 6.5 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนที่พบในเกษตรกรไทย 4 แหล่งพบกรดอะซิติก กรดแลคติก กรดซิตริก และกรดออกซาลิกมีปริมาณ 0.60-2.89, 1.51-3.77, 2.83-3.43 และ 0.49-0.56 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยเชื้อผสมของเกษตรกรกับโกโก้ประเทศกานาแล้ว สรุปได้ว่าโกโก้ของเกษตรกรมีกรดอะซิติกใกล้เคียงกันแต่มีกรดแลคติกสูงกว่า ในขณะที่ปริมาณกรดซิตริกและกรดออกซาลิกต่ำกว่า โดยเฉพาะกรดออกซาลิกต่ำกว่าค่อนข้างมาก ซึ่งอาจจะมีผลต่อกลิ่น-รสชอคโกแลตและการยอมรับได้ (Holm *et al.*, 1994) อย่างไรก็ตาม การหมักเมล็ดโกโก้ด้วยเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* ปรากฏมีกรดอะซิติกและกรดแลคติกสูงกว่าการหมักแบบธรรมชาติเช่นเดียวกัน (Samah *et al.*, 1992)

**Table 2** Volatile and non-volatile acids in cocoa farm 4-day fermented samples.

| Farm trial     | Volatile acid    |                  | Non-volatile acids |                  |
|----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|
|                | Acetic<br>(mg/l) | Lactic<br>(mg/l) | Citric<br>(mg/l)   | Oxalic<br>(mg/l) |
| Farm trial I   |                  |                  |                    |                  |
| Control        | 0.76             | 4.25             | 6.18               | 0.86             |
| Inoculum       | 0.60             | 1.51             | 3.13               | 0.49             |
| Farm trial II  |                  |                  |                    |                  |
| Control        | 3.21             | 2.79             | 4.19               | 0.69             |
| Inoculum       | 2.89             | 3.77             | 2.83               | 0.49             |
| Farm trial III |                  |                  |                    |                  |
| Control        | 0.91             | 2.77             | 5.38               | 0.85             |
| Inoculum       | 0.41             | 2.38             | 3.43               | 0.56             |
| Farm trial IV  |                  |                  |                    |                  |
| Control        | 1.87             | 2.88             | 2.80               | 0.39             |
| Inoculum       | 1.82             | 2.08             | 2.98               | 0.53             |

### ปริมาณทรีโอโบรมีน, น้ำตาล และ pH

ปริมาณทรีโอโบรมีนในเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมในเกษตรกร 4 แหล่ง พบว่ามีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับการหมักธรรมชาติ (Table 3) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 14.99-15.88 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Samah et al. (1992) ที่หมักโกโก้ด้วยกล้ำเชื้อยีสต์และมีผลต่อรสขมลดลง 28 % สำหรับการลดลงของปริมาณทรีโอโบรมีนพบว่าการเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบโพลีฟีนอลกับกรดอะมิโน เป็นผลให้รสขมลดลงเนื่องจากลดลงของทรีโอโบรมีนและคาเฟอีน

ในเมล็ดโกโก้ส่วนใหญ่จะมีปริมาณทรีโอโบรมีนสูงกว่าคาเฟอีนซึ่งเป็นตัวแสดงรสขมในโกโก้ ปริมาณทรีโอโบรมีนนี้จะแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ความสุกแก่ของผล (maturity) และกระบวนการหมัก (Senanayake and Wijesekera, 1971) ดังนั้นสาเหตุที่เมล็ดโกโก้แห่งของเกษตรกรทั้ง 4 แหล่ง จึงมีปริมาณทรีโอโบรมีนไม่เท่ากันอาจเป็นเพราะสาเหตุดังกล่าว

นอกจากปริมาณทรีโอโบรมีนลดลงแล้วยังพบว่าปริมาณกลูโคสในเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมลดลงเช่นเดียวกันเมื่อเทียบกับการหมักธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในเมล็ดโกโก้ที่หมักจากการย่อยสลายน้ำตาลซูโครสได้น้ำตาลกลูโคสและฟรุคโตส มีผลให้น้ำตาลซูโครสลดลง (ไพบูลย์, 2534) แต่ Berbert (1979) รายงานว่าปริมาณน้ำตาลซูโครสในเมล็ดโกโก้จะถูกย่อยสลายหมดเมื่อสิ้นสุดการหมัก ขณะเดียวกันน้ำตาลฟรุคโตสกลับมีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงวันที่ 4 ของการหมัก กโด น้ำตาลกลูโคสจะลดลงสำหรับค่า pH ที่ปรากฏอยู่ในเมล็ดโกโก้หมักแห่งนั้น Jinap and Dimick (1990) ได้จำแนกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ กลุ่ม pH ต่ำ (pH 4.75-5.19) กลุ่ม pH ปานกลาง (5.20-5.49) และกลุ่ม pH สูง (pH 5.50-5.80) และพบว่าเมล็ดโกโก้จากอัฟริกาตะวันตก ซึ่งเป็นกลุ่มประเทศ

ที่ผลิตเมล็ดโกโก้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคนั้นมีค่า pH อยู่ในช่วงปานกลาง และเมล็ดโกโก้ที่ได้จากการหมักด้วยกล้ำเชื้อผสมครั้งนี้ก็มี pH อยู่ในช่วงปานกลางคือ 5.18-5.34 (Table 3) และจากผลการชิมก็เป็นที่ยอมรับเช่นเดียวกันซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jinap et al. (1995) ที่รายงานว่าชอคโกแลตที่ผลิตจากเมล็ดโกโก้แห้งที่มี pH ต่ำและสูงจะมีกลิ่น-รสชอคโกแลตลดลง ในขณะที่เมล็ดที่มี pH ปานกลาง (เช่นเมล็ดโกโก้จากประเทศกานา) จะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

นอกจากนี้ Lopez and Quesnel (1973) ยังรายงานว่าเมล็ดโกโก้ที่มี pH มากกว่า 6.0 นั้นเกิดจากการหมักนานเกินไป (overfermentation) ซึ่งจะทำให้เมล็ดโกโก้มีลักษณะกลิ่น-รสผิดปกติ (hammy flavour) และมีการผลิตกรดไขมันที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เป็นผลให้กลิ่น-รสผิดปกติเพิ่มขึ้นด้วย

### การวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเมล็ดโกโก้

ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วยกล้ำเชื้อผสมของเกษตรกร 4 แหล่ง ด้วยวิธี proximate analysis พบว่าเมล็ดโกโก้มีปริมาณสารประกอบทางเคมีและไม่มีมีความแตกต่างระหว่างเมล็ดโกโก้ที่หมักแบบธรรมชาติหรือหมักด้วยกล้ำเชื้อผสม (Table 4) โดยประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต 19-23 % โปรตีน 9-12 % ไขมัน 53-58 % เถ้า 5-7 % เส้นใย 0.30 % อย่างไรก็ตามได้วิเคราะห์อีกหนึ่งการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนและไขมันลดลงเล็กน้อยในเมล็ดโกโก้หลังหมัก (Table 5) โดยปริมาณกรดอะมิโนทุกชนิดมีค่าลดลง (Table 5) แสดงว่าโปรตีนในเมล็ดโกโก้ในระหว่างการหมักจะถูกเอนไซม์ภายในเมล็ดโกโก้ย่อยสลายและบางชนิดมีผลต่อกลิ่น-รสของโกโก้โดยเฉพาะกรดอะมิโนแอสปาร์ติก ซึ่ง Niimoto and Tanitsu (1974) พบว่า กลิ่น-รสของชอคโกแลตสามารถทำให้เพิ่มขึ้นได้โดยการ

**Table 3** The amount of threobromine in cocoa from 4-day fermented samples.

| Farm trial     | Threobromine<br>(mg/g) | Glucose<br>(mg/g) | pH   |
|----------------|------------------------|-------------------|------|
| Farm trial I   |                        |                   |      |
| Control        | 21.39                  | 3.28              | 5.43 |
| Inoculum       | 16.54                  | 1.05              | 5.18 |
| Farm trial II  |                        |                   |      |
| Control        | 19.85                  | 2.55              | 4.93 |
| Inoculum       | 16.10                  | 1.59              | 5.21 |
| Farm trial III |                        |                   |      |
| Control        | 19.40                  | 2.34              | 5.24 |
| Inoculum       | 15.88                  | 1.73              | 5.19 |
| Farm trial IV  |                        |                   |      |
| Control        | 21.17                  | 2.44              | 4.68 |
| Inoculum       | 14.99                  | 1.73              | 5.34 |

เพิ่มอัตราส่วนของกรดแอสปาร์ติกกับกรดอะมิโนชนิดอื่นในเมล็ดสด ทั้งนี้เนื่องจากกรดอะมิโนแอสปาร์ติกจะย่อยสลายเป็น acetaldehyde ซึ่งเป็นสารประกอบกลิ่น-รสของชอคโกแลตตัวหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณกรดอะมิโนแอสปาร์ติกในเมล็ดโกโก้สดของมาเลเซียมีน้อยกว่าเมล็ดโกโก้สดของประเทศแถบอเมริกากลางซึ่งถือว่าเป็นเมล็ดโกโก้ที่มีคุณภาพมากกว่า (Padavatan and Berry, 1979) ดังนั้นการลดลงของกรดอะมิโนแอสปาร์ติกในระหว่างการหมักจึงมีผลต่อกลิ่น-รสชอคโกแลต

อย่างไรก็ตาม การลดลงของปริมาณกรดอะมิโนนอกจากถูกย่อยสลายดังกล่าว ยังเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างกรดอะมิโนและน้ำตาลรีดิวซ์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นชอคโกแลตในปฏิกิริยา Maillard และปฏิกิริยา Stercker degradation ในระหว่างการคั่วเมล็ดโกโก้อีกด้วย (Quesnel, 1972)

### ไขมัน ชนิดและปริมาณกรดไขมัน

สำหรับปริมาณไขมันในเมล็ดโกโก้ที่หมักด้วย

กล้าเชื้อผสมและหมักแบบธรรมชาติใกล้เคียงกันโดยวิเคราะห์อยู่ในระหว่าง 53-57 % ซึ่งเป็นปริมาณไขมันที่มีอยู่ทั่วไปในเมล็ดโกโก้สำหรับไขมันโกโก้หรือที่เรียกว่าเนยโกโก้มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยใช้ทำเครื่องสำอาง เนยโกโก้จึงมีมูลค่าสูง ดังนั้นอุตสาหกรรมแปรรูปเมล็ดโกโก้หมักเป็นโกโก้ผงก่อนที่จะนำไปทำผลิตภัณฑ์โกโก้อื่นๆนั้นจึงมีขบวนการสกัดเนยโกโก้ก่อนเพื่อแยกขายต่อไปส่วนโกโก้ผงที่ปราศจากไขมันนั้น ทางโรงงานจะนำเนยโกโก้เติมลงไปใหม่ให้ได้สัดส่วนไขมันตามสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการทำผลิตภัณฑ์ชอคโกแลตต่อไป

อย่างไรก็ตาม ชนิดกรดไขมันที่พบมากที่สุด ในเมล็ดโกโก้มีทั้งกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งได้แก่ กรดปาล์มติก กรดสเตียริก กรดโอเลอิก และ กรดลิโนลีนิก (Table 6) โดยมีกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันโดยมีกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวโดยทั้งหมด 61.65-67.75 % และ 32.25-38.35 % ตามลำดับ ซึ่งค่าเหล่านี้ใกล้เคียงกับที่มีรายงานโดย Wood and Lass, (1985)

**Table 4** Proximate analysis of cocoa farm 4-day fermented samples.

| Farm trial     | Carbohydrate<br>(%) | Protein<br>(%) | Fat<br>(%) | Ash<br>(%) | Fiber<br>(%) | Moisture<br>(%) |
|----------------|---------------------|----------------|------------|------------|--------------|-----------------|
| Farm trial I   |                     |                |            |            |              |                 |
| Control        | 22.0                | 12.88          | 53.95      | 6.30       | 0.30         | 4.57            |
| Inoculum       | 22.17               | 9.76           | 58.00      | 5.91       | 0.30         | 4.16            |
| Farm trail II  |                     |                |            |            |              |                 |
| Control        | 21.93               | 10.61          | 57.05      | 5.65       | 0.30         | 4.46            |
| Inoculum       | 23.53               | 11.96          | 53.85      | 5.61       | 0.30         | 4.75            |
| Farm trial III |                     |                |            |            |              |                 |
| Control        | 19.39               | 10.60          | 58.19      | 6.80       | 0.30         | 4.72            |
| Inoculum       | 20.85               | 10.69          | 56.97      | 6.60       | 0.30         | 4.59            |
| Farm trial IV  |                     |                |            |            |              |                 |
| Control        | 23.04               | 11.85          | 53.04      | 6.32       | 0.30         | 5.45            |
| Inoculum       | 23.65               | 11.25          | 53.41      | 6.02       | 0.30         | 5.37            |

**Table 5** Amino acid content and total protein in cocoa from 4-day fermented samples (Farm trial I).

| Amino acid<br>(mg/g) | Control sample      |                    | Inoculum sample     |                    |
|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|                      | Before fermentation | After fermentation | Before fermentation | After fermentation |
| Lysine               | 4.27                | 3.72               | 4.28                | 3.94               |
| Histidine            | 1.38                | 1.15               | 1.30                | 1.29               |
| Arginine             | 5.64                | 4.96               | 5.45                | 5.10               |
| Threomine            | 3.32                | 2.67               | 3.04                | 2.92               |
| Serine               | 4.36                | 3.42               | 4.26                | 3.55               |
| Aspartic acid        | 8.86                | 6.44               | 7.48                | 5.86               |
| Glutamic acid        | 12.39               | 11.40              | 11.90               | 11.07              |
| Proline              | 3.56                | 2.93               | 3.34                | 3.00               |
| Glycine              | 3.54                | 2.78               | 3.32                | 3.16               |
| Alanine              | 3.56                | 2.96               | 3.46                | 2.90               |
| Cystine              | 2.69                | 2.54               | 2.50                | 2.69               |
| Valine               | 3.59                | 2.94               | 3.21                | 2.98               |
| Methionine           | 0.90                | 0.73               | 0.88                | 0.79               |
| Isoleucine           | 2.38                | 2.04               | 2.23                | 2.15               |
| Leucine              | 5.01                | 4.00               | 4.62                | 4.21               |
| Tyrosine             | 2.88                | 2.32               | 2.68                | 2.26               |
| Phenylalanine        | 4.78                | 3.42               | 4.32                | 3.44               |
| Tryptophan           | 3.62                | 0.86               | 1.17                | 0.87               |
| Total protien        | 10.60               | 8.56               | 9.87                | 8.88               |
| Total fat            | 50.58               | 48.87              | 50.79               | 48.53              |

**Table 6** The amount of saturated fatty acid (%) in cocoa from 4-day fermented samples.

| Farm trial     | Saturated fatty acids |         |                            | Unsaturated fatty acids |          |                              |
|----------------|-----------------------|---------|----------------------------|-------------------------|----------|------------------------------|
|                | Palmitic              | Stearic | Total saturated fatty Acid | Oleic                   | Linoleic | Total unsaturated fatty acid |
| Farm trial I   |                       |         |                            |                         |          |                              |
| Control        | 24.47                 | 39.18   | 63.65                      | 33.88                   | 2.47     | 36.35                        |
| Inoculum       | 24.41                 | 38.88   | 63.29                      | 33.39                   | 3.32     | 36.71                        |
| Farm trial II  |                       |         |                            |                         |          |                              |
| Control        | 28.28                 | 37.83   | 66.11                      | 32.18                   | 1.71     | 33.89                        |
| Inoculum       | 27.80                 | 39.95   | 67.75                      | 30.47                   | 1.78     | 32.25                        |
| Farm trial III |                       |         |                            |                         |          |                              |
| Control        | 25.34                 | 40.13   | 65.47                      | 32.07                   | 2.46     | 34.53                        |
| Inoculum       | 23.64                 | 40.18   | 63.79                      | 33.98                   | 2.23     | 36.21                        |
| Farm trial IV  |                       |         |                            |                         |          |                              |
| Control        | 26.88                 | 38.30   | 65.18                      | 33.80                   | 1.02     | 34.82                        |
| Inoculum       | 24.88                 | 36.77   | 61.65                      | 34.62                   | 3.73     | 38.35                        |

ดังนั้น การใช้กล้าเชื้อผสมหมักโกโก้ในเกษตรครั้งนี้นอกจากจะช่วยให้โกโก้หมักเร็วขึ้นแล้วยังทำให้เมล็ดโกโก้มีคุณภาพดีกว่าการหมักแบบธรรมชาติโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายแต่อย่างใดต่อเนยโกโก้ซึ่งมีมูลค่าสูงทางเศรษฐกิจอีกด้วย

### คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้ต่อสภาวิจัยแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มา ณ ที่นี้

### เอกสารอ้างอิง

จินตนา อุปติสฏ และ เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2537. แบบปฏิบัติการการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 9 น.

ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2534. โครงการวิจัยและพัฒนากรรมวิธีการผลิตเมล็ดโกโก้แห้ง. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 193 น.

อรพิน ภูมิภมร, จันทนา จินดา, บุญให้ แผลมเพชร และปิยนุช นาคะ. 2540. การหมักโกโก้ III: การปรับปรุงการหมักโกโก้โดยการเสริมหมักด้วยกล้าเชื้อผสมในระดับห้องปฏิบัติการและเกษตรกร. ว.เกษตรศาสตร์(วิทย.) 31: 327-341

Anon. 1984. Cocoa Bean. 3 ed., Haines Clark and Co.Ltd., London. 19 p.

A.O.A.C. 1990. Official Method of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 15 th ed., Association of Official Chemist, U.S.A. 1214 p.

Berbert, P. R. F. 1979. Contribution to the knowledge of the sugars component of cocoa beans and sweetint. Rev. Theobroma. 9:55-61.

Holm, C.S., J.W. Aston, and K. Douglas. 1994. The

- effects of the organic acids in cocoa on the flavour of chocolate. *J. Sci. Food Agri.* 61:65-71.
- Jinap, S., P.S. Dimick, and R. Hollender. 1995. Flavour evaluation of chocolate formulated from cocoa beans from different countries. *Food Control.* 6:105-110.
- Jinap, S. and P.S. Dimick. 1990. Acidic characteristics of fermented and dried cocoa beans from different countries of origin. *J. Food Sci.* 55:547-550.
- Li, K., A.T.I. Lian, and L.M. Tong. 1983. A brief account of the reduction of cocoa bean acidity and recent experience in two fermentaries in Sabah. *Proc. Of the SASS Seminar on Primar Cocoa Processing and quality Control.* Dept. of Agriculture, Sabah. 48 p.
- Lopez, A. and V. C. Quesnel. 1973. Volatile fatty acid production in cocoa fermentation and the effect on chocolate flavour. *J. Sci. Food Agri.* 24:319-326.
- Niimoto, H. and K. Tanitsu. 1974. The Quality Assessment of Cocoa Beans Produced in Nigeria, Sabah and Papua New Guinea. Mneiiji Seika Kaishe, Ltd., Tokyo. 121 p.
- Quesnel, V. C. 1972. Cocoa curing in retrospect and prospect. 4 th. Intern. Cocoa Conf. St. Augustine, Trinidad. 616 p.
- Padavatan, M. and S. K. Berey, S. K. 1979. Amino acid and fatty acid profile of Malaysian cocoa beans during processing. *Proc. Mal. Biochem. Soc. Conf.* 5:137-147.
- Samah, Abdul. O, M. Fared Putih, and J. Selamat. 1992. Biochemical changes during fermentation of cocoa beans inoculated with *Saccharomyces cerevisiae* (wild strain). *J. Food Sci. Technol.*, 29:341-343.
- Senanayake, U. M. and R. O. B. Wijeskera. 1971. Theobromine and caffiene content of cacao bean during its growth. *J. Sci. Food Agric.* 22:262-263.
- Wood, G. A. R. and R. A. Lass. 1985. Cocoa. 4<sup>th</sup> ed., Tropical Agriculture Series. Longman, New York. 342 p.