

ปริมาณแกมมา-โอไรซานอลในผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดต่างๆ

Gamma Oryzanol Quantity in Plant Products

พันทิพา พงษ์เพียจันทร์^{1/} ธวัชชัย แถวถาทำ^{1/} และ ดำเนิน กาสะดี^{1/}

Puntipa Pongpiachan^{1/} Tawatchai Teltathum^{1/} and Dumnern Karladee^{1/}

Abstract : γ -oryzanol is a compound substance that has been found mostly in rice bran, both the white paddy rice and the black-purple glutinous rice. The main function of γ -oryzanol substance is to anti radicals, and to reduce cholesterol, and triglyceride. Additionally, γ -oryzanol substance can increase the HDL level in blood, can urge and stimulate pituitary gland. Furthermore, γ -oryzanol declines acidity in the stomach, and prevents coagulation of blood platelets in addition to decrease the amount of sugar in blood circulation. Most importantly, γ -oryzanol increase the level of insulin in diabetes patients. As mentioned before, γ -oryzanol decreases rancid in rice bran 10 times better than vitamin E. And because of all these advantages of γ -oryzanol, it leads us to do a research on γ -oryzanol in order that we might probably find a better source of γ -oryzanol. According to our experiments, we found that the black-purple glutinous rice, type “Kamnan”, delivered the highest amount of γ -oryzanol, which was 2.854% DM. But when it was compared to the black-purple glutinous rice, type “Kamdoisaket”, which yielded 20.160%DM. Meanwhile, other products brought to be measured the γ -oryzanol quantity was relatively low in DM number. For instance, Dokkhamfoi or saffron has no γ -oryzanol substance at all. Nonetheless, other agricultural products, such as, corn, sesame, linen seed, rep seed, cotton, soy bean, and wheat have the following low γ -oryzanol numbers, 0.241, 0.007, 0.014, 0.003, 0.003, 0.001 and 0.143% DM accordingly. However, when we compared the black-purple glutinous rice, type “Kamnan” and type “Kamdoisaket”, they gave a very close number of γ -oryzanol quantities, which were 2.854 and 2.693% DM accordingly. Likewise, the black-purple glutinous rice, type “Kamomkoi” gave the lowest γ -oryzanol quantities, which was 1.882% DM. In short, the black-purple glutinous rice gave the highest number of γ -oryzanol quantities in comparison to other agricultural products.

^{1/} ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

บทคัดย่อ: แกมมา-โอไรซานอล (γ -oryzanol) เป็นสารประกอบที่พบมากในรำข้าวขาว และรำข้าวเหนียวดำ แกมมา-โอไรซานอล มีคุณสมบัติในการกำจัดอนุคลิอิสระ, ลด Cholesterol, Triglyceride, เพิ่มระดับของ HDL ในเลือด, กระตุ้นการทำงานของต่อมไธรมอง, ยับยั้งการหลังกรดในกระเพาะอาหาร, ยับยั้งการรวมตัวของเกล็ดเลือด, ลดน้ำตาลในเลือด และเพิ่มระดับของฮอร์โมนอินซูลินในเลือดของคนเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนั้นแล้วแกมมา-โอไรซานอล ยังทำหน้าที่ในการต้านการหืนของไขมันในรำข้าว ซึ่งแกมมา-โอไรซานอล มีคุณสมบัติในการต้านการหืนได้ดีกว่า ไวตามิน อี ถึงสิบเท่า จากคุณสมบัติที่มีประโยชน์หลายข้อของแกมมา-โอไรซานอล จึงนำไปสู่การวิจัยในครั้งนี้เพื่อแสวงหาแหล่งที่ดีของแกมมา-โอไรซานอล จากผลการทดลองพบว่ารำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน มีค่าแกมมา-โอไรซานอล สูงที่สุดคือ 2.854 % วัตถุแห้ง แต่ถ้าเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของแกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม พบว่ารำข้าวเหนียวดำพันธุ์ ก่ำดอยสะเก็ด มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม สูงที่สุดคือ 20.160 % ส่วนผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดต่างๆ ที่นำมาตรวจสอบหาแกมมา-โอไรซานอล ในงานวิจัยนี้มีค่าของแกมมา-โอไรซานอล ต่ำมาก เมื่อเทียบกับรำของข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยพบว่าดอกคำฝอยไม่มีแกมมา-โอไรซานอล เป็นองค์ประกอบอยู่เลย นอกจากนั้น ข้าวโพด, งา, เมล็ดลินสีด, ถั่วเรปสีด, ถั่วฝักยาว, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี มีค่าแกมมา-โอไรซานอล อยู่ในระดับต่ำคือ 0.241, 0.007, 0.014, 0.003, 0.003, 0.001 และ 0.143 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวเหนียวดำด้วยกันแล้วพบว่า กำนาน และก่ำดอยสะเก็ดมีค่าแกมมา-โอไรซานอล ใกล้เคียงกันคือ 2.854 และ 2.693 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ นอกจากนั้นข้าวเหนียวดำพันธุ์ ก่ำอมก้อยมีค่าแกมมา-โอไรซานอล ต่ำที่สุดในบรรดาข้าวเหนียวดำคือ 1.882 % วัตถุแห้ง แต่อย่างไรก็ตามข้าวเหนียวดำทุกพันธุ์มีค่าแกมมา-โอไรซานอล สูงกว่าผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์หาแกมมา-โอไรซานอล ในการวิจัยครั้งนี้

Index words : แกมมา-โอโรซานอล โอโรซานอล รำข้าว น้ำมันรำข้าว ข้าวเหนียวดำ

Gamma oryzanol, γ -oryzanol, Purple glutinous rice, rice bran

คำนำ

เกมมา-โอไรซานอล เป็นสารประกอบที่พบในรำข้าว (White rice) ประมาณ 1.56 % (Deckere and Korver, 1996) เมื่อไม่นานมานี้ Karladee *et al.*, (2001) ได้รายงาน bahwa ข้าวเหนียวดำ (Purple glutinous) มีค่าเฉลี่ยของปริมาณเกมมา-โอไรซานอล สูงกว่าข้าวขาว และข้าวเหนียวดำยังมีค่าเฉลี่ยของไขมันโดยรวมสูงกว่าค่าเฉลี่ยของไขมันโดยรวมของข้าวขาว เกมมา-โอไรซานอล มีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ดีกว่าวิตามินอี โดยเฉพาะ 24-ethylenecycloartanyl ซึ่งเป็นหนึ่งในสามขององค์ประกอบหลักในเกมมา-

โอโรซานอล (Xu *et al.*, 2001), นอกจากนั้น
แกมมา-โอโรซานอล ยังมีคุณสมบัติในการลด
Cholesterol, Triglyceride และเพิ่มระดับของ High
density lipoprotein (HDL) ในเลือด และยังมีผลต่อ
การกระตุ้นการทำงานของต่อมไธมัส, ยับยั้งการ
หลั่งกรดในกระเพาะอาหาร และยับยั้งการรวมตัว
ของเกล็ดเลือด (Cicero and Gaddi, 2001), ลดน้ำ
ตาลในเลือด และเพิ่มระดับของฮอร์โมนอินซูลิน
ของคนเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Diabetes
mellitus Types II), (Qureshi *et al.*, 2002), นอกจาก
นั้นแล้วแกมมา-โอโรซานอล ยังทำหน้าที่ในการ
ต้านการหืนของไขมันในรำข้าว และต้านการหืน
ของนมผงไขมันเต็ม (Whole milk powder), (Nanua

et al., 2000) ซึ่งแกมมา-โอไรซานอล มีคุณสมบัติในการต้านการหืนได้ดีกว่าวิตามินอี ถึงสิบเท่า (Xu *et al.*, 2001), การหืนนอกจากจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืนในอาหารแล้วยังก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์เลี้ยง และยังทำให้สารต้านการหืนที่มีอยู่ในรำข้าวลดลง เนื่องจากสารต้านการหืนจะเสียความสามารถในการต่อต้านการหืนหลังเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินอี (Tocopherol), เอ (Retinol) และยังรวมไปถึง แกมมา-โอไรซานอล ซึ่งสารเหล่านี้ ทำหน้าที่ยับยั้ง Fatty acid radical ที่เป็นตัวการในการเหนี่ยวนำให้เกิด การหืนอย่างต่อเนื่อง (Autoxidation)

จากประโยชน์ที่กล่าวมาข้างต้นทำให้เกิดแนวคิด ที่จะค้นหาแหล่งของแกมมา-โอไรซานอล ในผลิตภัณฑ์จากพืช เพื่อจะได้สกัดแกมมา-โอไรซานอล ออกมาใช้ได้ในปริมาณที่มากพอสำหรับการใช้ประโยชน์ในทั้งทางด้านการผลิตสัตว์ และทางการแพทย์ ผลการวิจัยครั้งนี้ยังจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีแกมมา-โอไรซานอล ในระดับสูงเพื่อหวังผลทางด้านสุขภาพที่ดีของประชาชนชาวไทย เพราะว่าข้าวเป็นแหล่งอาหารหลักของคนไทย และข้าวเป็นยังพืชส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ถ้าเราสามารถผลิตพันธุ์ข้าวที่มีแกมมา-โอไรซานอล สูงกว่าข้าวพันธุ์ทั่วไปโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ เข้าไปตัดยีนของพืชที่มีศักยภาพในการผลิตแกมมา-โอไรซานอล สูงมาตัดต่อเข้ากับยีนของข้าวพันธุ์ทั่วไป ซึ่งผลสุดท้ายจะได้ข้าวพันธุ์ที่มีแกมมา-โอไรซานอลสูงซึ่งจะทำให้ประเทศเราสามารถต่อสู้ในตลาดข้าวเสรีได้อย่างแท้จริง

วิธีการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน, ก่ำคอยสะเก็ด, ก่ำ87061, ก่ำอมก้อย, รำข้าวหอมมะลิ 105, ดอกคำฝอย, ข้าวโพด, งา, เมล็ดลินสีด, กากเรปสีด, กากฝ้าย, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี จากถุงบรรจุ แล้วนำตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เก็บได้ไปแช่เย็นในตู้เย็น อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณ แกมมา-โอไรซานอลต่อไป ก่อนนำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณ γ -oryzanol บดตัวอย่างผ่านตะแกรงขนาด 1 มม. ทุกขั้นตอนควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ตัวอย่างถูกแสงแดดโดยตรง

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณ γ -oryzanol

การวิเคราะห์หาปริมาณของ γ -oryzanol โดยดัดแปลงมาจากวิธีการของ Xu and Godber (1999) โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอนดังนี้

1. Extraction of Crude oil (ไขมันโดยรวม)

ทำการสกัด Crude oil จากรำข้าว โดยใช้ Hexane และ Ethyl acetate แล้วแยกสารที่ใช้สกัดออกจาก Crude oil โดยใช้ Rotary evaporator

2. Semipurification of γ -oryzanol (แกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์)

ทำการกำจัด Triglyceride และ Lipids อื่นๆ ออกจาก Crude oil โดยนำ Crude oil ไปผ่านคอลัมน์ที่บรรจุผง Silica โดยมี Hexane และ Ethyl acetate เป็นตัวทำละลาย หลังจาก Crude Oil ผ่านคอลัมน์ และทำการแยกสารที่ใช้เป็นตัวทำละลายออก โดยใช้ Rotary evaporator จะได้ Semipurified γ -oryzanol

3.Determination of γ -oryzanol (แกมมา-โอไรซานอล)

นำ Semipurified γ -oryzanol ที่สกัดได้มาเจือจางกับ Mobile phase แล้วกรองผ่าน Filter membrane, pore size ขนาด 0.45 μ m จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปฉีดในเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

ผลการทดลอง

ไขมันโดยรวม (Crude oil)

จากผลการสกัดไขมันโดยรวมในตัวอย่างดังต่อไปนี้คือ: รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน, กำดอยสะเก็ด, กำ87061, กำอมก้อย, รำข้าวหอมมะลิ 105, ดอกคำฝอย, ข้าวโพด, งา, เมล็ดคลินสีด, กากเรปส์ด, กากฝ้าย, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี พบว่า

งา มีค่าไขมันโดยรวมคือ 49.113 % วัตถุแห้ง ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุด และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีค่าไขมันโดยรวมอยู่ในระดับสูง เช่นเดียวกับ เมล็ดคลินสีดคือ 21.530 วัตถุแห้ง ส่วน กากเรปส์ด มีค่าต่ำที่สุดคือ 1.229 % วัตถุแห้ง นอกจากนั้นรำข้าวเหนียวดำทั้ง 4 พันธุ์คือ กำนาน, กำดอยสะเก็ด, กำ87061 และกำอมก้อย ใกล้เคียงกันคือ 14.214, 13.359, 12.815 และ 13.656 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ สูงกว่ารำข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของรำข้าวขาว โดยรำข้าวหอมมะลิ 105 มีค่าไขมันโดยรวมเท่ากับ 7.732 % วัตถุแห้ง ซึ่งถือว่า มีค่าไขมันโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าใกล้เคียงกับ ดอกคำฝอย, ข้าวโพด, และถั่วเหลือง ไขมันเต็มคือ 5.352, 8.901, และ 13.305 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ ส่วน กากเรปส์ด, กากฝ้าย และรำข้าวสาลี ถือว่ามีค่าไขมันโดยรวมอยู่ในระดับต่ำคือ 1.229, 3.604, และ 1.918 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ ดังภาพที่ 1

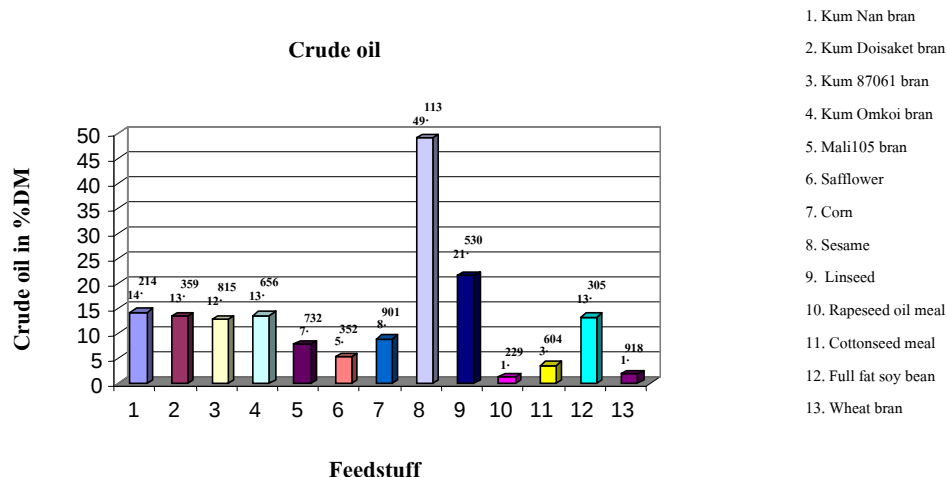


Figure 1 Crude oil in plant products in %DM.

เกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์

จากผลการสกัดเกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์ จากไขมันโดยรวมของตัวอย่างดังต่อไปนี้ คือ: รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน, กำดอยสะเก็ด, กำ 87061, กำมก้อย, รำข้าวหอมมะลิ 105, ดอกคำฝอย, ข้าวโพด, งา, เมล็ดคลินสีด, กากเรปสีด, กากฝ้าย, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี พบว่า ค่าของ เกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์ มีแนวโน้มเช่นเดียวกับค่าไขมันโดยรวม ซึ่ง งา มีเกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์สูงสุด คือ 36.586 % วัตถุแห้ง และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีค่าไขมันโดยรวมอยู่ในระดับสูง เช่นเดียวกับ เมล็ดคลินสีดคือ 20.598 % วัตถุแห้ง ส่วน กากเรปสีด มีค่าต่ำที่สุดคือ 0.942 % วัตถุแห้ง นอกจากนี้ รำข้าวเหนียวดำทั้ง 4 พันธุ์คือ กำนาน, กำดอยสะเก็ด, กำ 87061 และกำมก้อย ใกล้เคียงกันคือ 13.977, 13.123, 12.677 และ 13.289 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ สูงกว่ารำข้าวหอมมะลิ 105 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของรำข้าวขาว โดยรำข้าวหอมมะลิ 105 มีค่าเกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์ เท่ากับ 7.678 % วัตถุแห้ง ซึ่งถือว่า มีค่าเกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าใกล้เคียงกับ ข้าวโพด คือ 8.593 % วัตถุแห้ง ส่วน ดอกคำฝอย, กากเรปสีด, กากฝ้าย, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี ถือว่ามีค่าเกมมา-โอไรซานอลกึ่งบริสุทธิ์อยู่ในระดับต่ำคือ 4.138, 0.942, 1.299, 3.111 และ 1.556 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 2

เกมมา-โอไรซานอล

จากผลการสกัดเกมมา-โอไรซานอล ในตัวอย่างดังต่อไปนี้คือ: รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน

กำดอยสะเก็ด, กำ 87061, กำมก้อย, รำข้าวหอมมะลิ 105, ดอกคำฝอย, ข้าวโพด, งา, เมล็ดคลินสีด, กากเรปสีด, กากฝ้าย, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี พบว่า รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน มีค่าเกมมา-โอไรซานอล สูงที่สุดคือ 2.854 % วัตถุแห้ง โดยผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดอื่นๆ ที่นำมาตรวจสอบหาเกมมา-โอไรซานอล ในงานวิจัยนี้มีค่าของเกมมา-โอไรซานอล ต่ำมาก เมื่อเทียบกับรำของข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยพบว่า ดอกคำฝอยไม่มีเกมมา-โอไรซานอล เป็นองค์ประกอบอยู่เลย นอกจากนั้น ข้าวโพด, งา, เมล็ดคลินสีด, กากเรปสีด, กากฝ้าย, ถั่วเหลืองไขมันเต็ม และรำข้าวสาลี มีค่าเกมมา-โอไรซานอล อยู่ในระดับต่ำคือ 0.241, 0.007, 0.014, 0.003, 0.003, 0.001 และ 0.143 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างรำข้าวหอมมะลิ 105 (รำข้าวขาว) กับรำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน พบว่า รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน มีค่าเกมมา-โอไรซานอล สูงกว่ารำข้าวหอมมะลิ 105 ถึง 154.367 % เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวเหนียวดำด้วยกันแล้วพบว่า กำนาน และกำดอยสะเก็ดมีค่าเกมมา-โอไรซานอล ใกล้เคียงกันคือ 2.854 และ 2.693 % วัตถุแห้ง ตามลำดับ นอกจากนั้น ข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำมก้อยมีค่า เกมมา-โอไรซานอล ต่ำที่สุดในบรรดาข้าวเหนียวดำคือ 1.882 % วัตถุแห้ง แต่อย่างไรก็ตามข้าวเหนียวดำทุกพันธุ์มีค่า เกมมา-โอไรซานอล สูงกว่าข้าวหอมดอกมะลิ 105 และทุกตัวอย่างที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แสดงดังภาพที่ 3

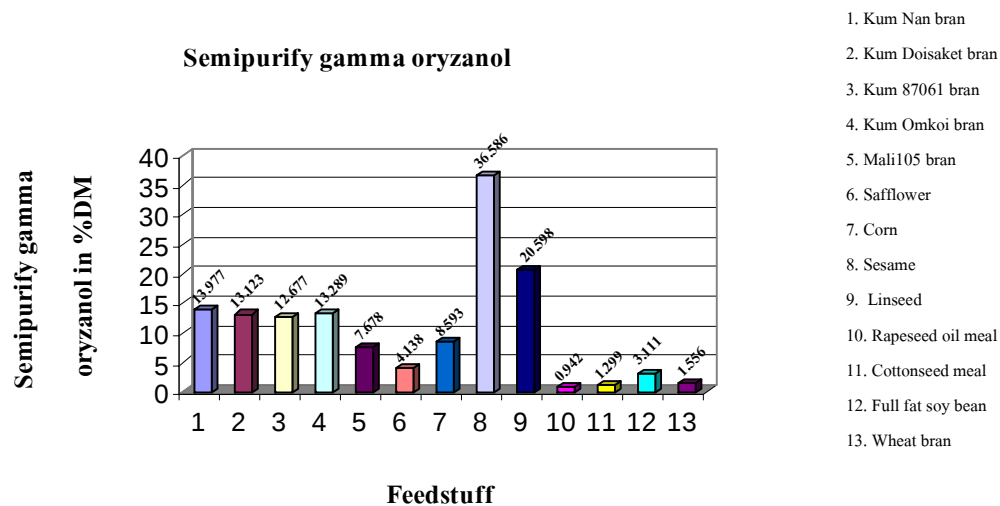


Figure 2 Semipurify γ -oryzanol in plant products in %DM.

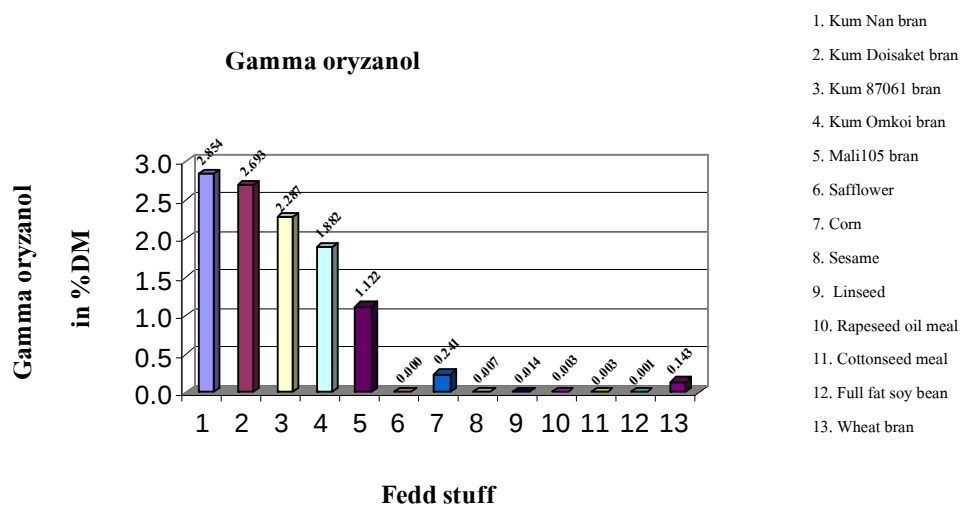


Figure 3 γ -oryzanol in plant products in %DM.

เปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอล ในไขมันโดยรวม

รำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำดอยสะเก็ด มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม (Per cent γ -oryzanol in crude oil) สูงที่สุดคือ 20.160 % ส่วนผลิตภัณฑ์จากพืชชนิดอื่นๆ ที่นำมาตรวจสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม มีค่าต่ำมาก เมื่อเทียบกับรำของข้าวพันธุ์ต่างๆ โดยพบว่า ข้าวโพด, งา, เมล็ดลินสีด, กากเรปส์, กากฝ้าย และถั่วเหลืองไขมันเต็ม มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม อยู่ในระดับต่ำคือ 2.706, 0.014, 0.063, 0.230, 0.092 และ 0.009 % ส่วนรำข้าวสาลี มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม อยู่ในระดับปานกลาง คือ 7.455 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ

ระหว่างรำข้าวหอมมะลิ 105 (รำข้าวขาว) กับรำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน พบว่ารำข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำนาน มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม สูงกว่ารำข้าวหอมมะลิ 105 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์ข้าวเหนียวดำด้วยกันแล้ว พบว่า กำนาน และกำดอยสะเก็ด มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม ใกล้เคียงกัน คือ 20.080 และ 20.160 % ตามลำดับ นอกจากนั้น ข้าวเหนียวดำพันธุ์ กำมก้อย มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวม ต่ำที่สุดในบรรดาข้าวเหนียวดำคือ 13.782 % แต่อย่างไรก็ตาม ข้าวเหนียวดำทุกพันธุ์ มีค่าเปอร์เซ็นต์ แกมมา-โอไรซานอลในไขมันโดยรวมสูงกว่าผลิตภัณฑ์จากพืชทุกชนิดที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แสดงภาพที่ 4

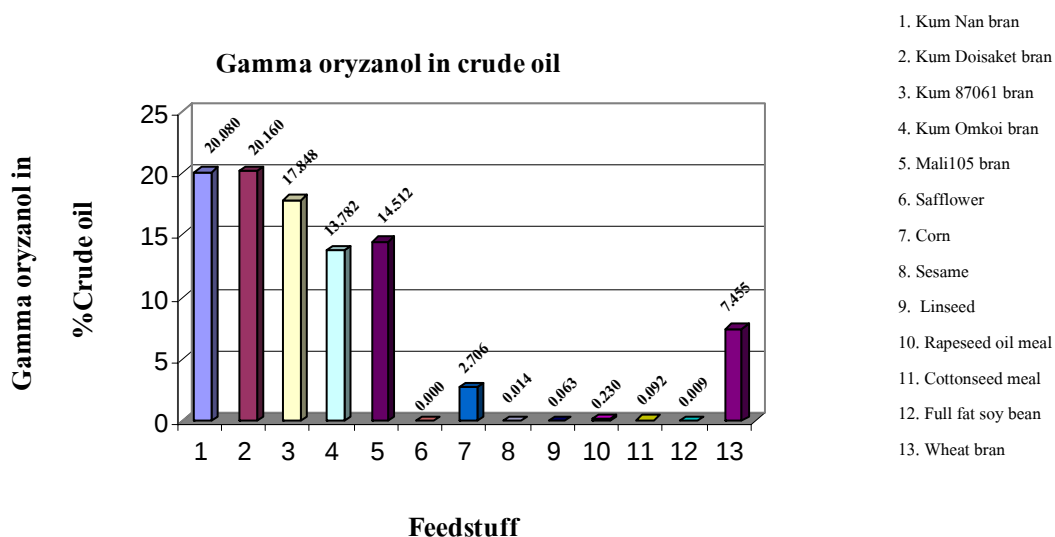


Figure 4 Percent γ -oryzanol in crude oil in plant products.

- Hughes, D. A. 2001. Dietary carotenoids and human immune function. *Journal of Nutrition* 17: 823 – 827.
- Karladee, D., P. Pongpiachan, T. Teltathum and A. Gavilo. 2003. Accumulation of gamma oryzanol in purple rice grain. 2nd National Technical Seminar on Postharvest/Post Production Technology. 21 – 22 August at Jalearn Princess Konkaen Hotel.
- Nanua, J. N., J. U. McGregor, and J. S. Godber. 2000. Influence of high oryzanol rice bran oil on the oxidative stability of whole milk powder. *Journal of Dairy Science*. 83 : 2426 - 2431.
- Qureshi, A. A., S. A. Samib, F. A. Khanb. 2002. Effects of stabilized rice bran, its soluble and fiber fractions on blood glucose levels and serum lipid parameters in humans with diabetes mellitus Types I and II. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 13 : 175–187
- Xu, Z., and J. S. Godber. 1999. Purification and identification of components of gamma oryzanol in rice bran oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47 : 2724 -2728.
- Xu, Z., N. Hua, J. S. Godber. 2001. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and gamma oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis (2-methylpropionamidine) dihydrochloride. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49 : 2077 - 2081.