

สัญญาเลขที่ RDG 4720005

**โครงการ “ผลของการเสริมน้ำมันปาล์มดิบในอาหารต่อผลผลิตระดับโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอล
ในเลือด เนื้อเยื่อไขมันและระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงของไก่ไข่”**

รายงานสรุปการเงินในรอบ 6 เดือนหลัง

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน รศ. น.สพ. ดร. กฤษ อังคนาพร

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2547 ถึงวันที่ 30 เมษายน 2548

รายจ่าย

หมวด	รายจ่ายสะสม จากรายงานครั้ง ก่อน	ค่าใช้จ่ายงวด ปัจจุบัน	รวมรายจ่าย สะสมจนถึง งวดปัจจุบัน	งบประมาณ ทั้งหมดที่ตั้งไว้	คงเหลือ (หรือเกิน)
1. ค่าตอบแทน	39,000	19,500	58,500	58,500	0
2. ค่าจ้าง	—	2,500	2,500	—	-2,500
3. ค่าใช้สอย	59,870	60,500	120,370	121,400	1,030
4. ค่าวัสดุ	87,296	15,000	102,296	123,700	21,404
5. ค่าครุภัณฑ์	—	—	—	—	—
6. ค่าเดินทาง	2,820	—	2,820	—	-2,820
รวม	188,986	97,500	286,486	303,600	17,114

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินคงเหลือ

จำนวนเงินที่ได้รับ

เงินคงเหลือในบัญชี 25,061.51 บาท เมื่อ 2 พฤศจิกายน 2547

ดอกเบี้ยครั้งที่ 3 274.01 บาท เมื่อ 31 ธันวาคม 2547

งวดที่ 2 75,524.49 บาท เมื่อ 3 กุมภาพันธ์ 2548

(ตามสัญญา เงินงวดที่ 2 สกว ต้องส่งมา 90,500 บาท แต่ส่งเพียง 75,524.49 บาท เนื่องจากมียอดเงินคงเหลือ
บางส่วนในบัญชี)

รวม 100,860.01 บาท

ค่าใช้จ่าย

งวดที่ 2 เป็นเงิน 97,500 บาท

รวม 97,500 บาท

จำนวนเงินคงเหลือ 3360.01 บาท

เอกสารอ้างอิง

- Arad, Y., Ramakrishnan, R., and Ginsberg, H.N. 1990. Lovastatin therapy reduces low density lipoprotein apo-B levels in subjects with combined hyperlipidemia by reducing the production of apo-B containing lipoproteins: implications for the pathophysiology of apo-B production. *J. Lipid. Res.* 31: 567-582.
- Association of Official Chemistry Standard. (AOCS) 1993. Sampling and analysis of commercial fats and oils. Determination of tocopherols and tocotrienols in vegetable oils and fats by HPLC. pp. 1-5.
- Azzi, A., D. Boscoboinik, E. Chatelain, N.K. Ozer, and B. Stauble. 1993. d- α -Tocopherol control of cell proliferation. *Mol. Asp. Med.*, 14:265-2714.
- Bitman, J. and D.I. Wood. 1980. Cholesterol and cholesteryl esters of eggs from various avian species. *Poult. Sci.*, 59:2014-2023.
- Bohnsack, C.R., Harm, R.H., Merkel, W.D., and Russell, D.B. 2002. Performance of commercial layer when fed diets with four levels of corn oil on poultry fat. *J. Appl. Poult. Res.* 11(1): 68-76.
- Elkin, R.G., and Rogler, J.C. 1989. Effect of lovastatin on laying hen performance and egg cholesterol content. *Poult. Sci.* 68(Suppl.1): 49.
- Haugh, R.R. 1937. The Haugh unit for measuring egg quality, *U.S. Egg Poult. Mag.* 43: 522-555, 572-573.
- Heinonen, M., V. Piironen. 1991. The tocotrienol, and vitamin-E content of the average Finish diet. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 61:27-32.
- Ikeda, S., K. Toyoshima and K. Yamashita. 2001. Dietary sesame seeds elevate α - and γ -tocotrienol concentrations in skin and adipose tissue of rats fed the tocotrienol-rich fraction Extracted from palm oil. *J. Nutr.*, 131:2892-2897.
- Jialal, I. and S.M. Grundy. 1992. Effect of dietary supplementation with alpha-tocopherol on the oxidative modification of low density lipoprotein. *J. Lipid Res.*, 33:899-906.
- Jung, D.H., B.E. Biggs and W.R. Moorehead. 1975. Colorimetry of serum cholesterol with use of ferric acetate uranyl acetate and ferrous sulfate/sulfuric acid reagent. *Clin. Chem.*, 21:1526-2530.
- Murphy, T.H., R.L. Schnaar and J.T. Coyle. 1990. Immature cortical neurons are uniquely sensitivity to glutamate toxicity by inhibition of cystine uptake. *F.A.S.E.B. J.*, 4:1624-1633.
- North, N.O., and Bell, D.D. 1990. Commercial Chicken Production Manual. 4th (Ed., Van, N.O.), Strand Reinhold New York, pp. 913.
- Packer, L., U.W. Stefan and R. Gerald. 2001. Molecule aspects of α -tocotrienol antioxidant action and cell signalling. *J. Nutr.*, 131:369-373.

- Qureshi, A.A., A.S.H. Ong, A. Gapor, G. deWITT and Y.H. Chong. 1988. Suppression of cholesterol biosynthesis and hypocholesterolemic effects of tocotrienols from palm oil in the chicken model. Paper presented at The National Oil Palm/Palm Oil.
- Qureshi, A.A., W.C. Burger, D.M. Peterson and C.E. Elson. 1986. The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley. 1. *Biol. Chem.*, 261:10544-10550.
- Qureshi, A.A., Weber, F.E., and Qureshi, N. 1989. Dietary tocotrienols reduce levels of plasma cholesterol, apolipoprotein B, thromboxane B2 and platelet factor 4 in pigs with inherited hyperlipidemias. PORIM International Palm Oil Development. Conference, September 5-9, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Rimersma, R.A., D.A. Wood, C.C.A. MacIntyre, R.A. Elton, K.F. Gey and M.F. Olive. 1991. Risk of angina pectoralis and plasma concentrations of vitamin A, C and E and carotene. *Lancet*, 337:1-5.
- Sohail, S.S., Bryant, M.M., and Roland, D.A. 2003. Influence of dietary fat on economic returns of commercial leghorns. *J. Appl. Poult. Res.* 12(3): 356-361.
- Thompson, B.K., and Hamilton, R.M. 1982. Comparison of the precision and accuracy of the flotation and Archimedes methods for measuring the specific gravity of egg. *Poult. Sci.* 62: 1599-1605.
- Ueda, T. and O. Igarashi. 1987. New solvent system for extraction of tocopherols from biological specimens for HPLC determination and the evaluation of 2,2,5,7,8-pentamethyl-6-chromanol as an internal standard. *J. Micronutr. Anal.*, 3:185-198.
- Vuilleumier, J.P. 1969. The Roche yolk colour fan---An instrument for measuring yolk colour. *Poult. Sci.* 48: 767-779.
- Yamashita, K., N. Takeda and S. Ikeda. 2000. Effects of various tocopherol-containing diets on tocopherol secretion into bile. *Lipids*, 35:163-170.

บทความเพื่อเผยแพร่ในจดหมายข่าวของโครงการวิจัยปาล์มน้ำมัน สกว.

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ไข่เริ่มมีการขยายตัวสูงขึ้น ทำให้ปริมาณของไข่ไก่ในท้องตลาดมีเกินความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากพบว่าผู้บริโภคมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเกิดโรคของหลอดเลือดหัวใจ (coronary heart disease) มากขึ้น เป็นผลมาจากการบริโภคอาหารที่มีโคเลสเตอรอลสูง ซึ่งไข่ไก่(ไข่แดง)นั้นมีระดับของโคเลสเตอรอลที่ค่อนข้างสูงทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดโรคของหลอดเลือดหัวใจ และ atherosclerosis เพิ่มขึ้น (Riemersma et al., 1991) ปัจจุบันมีผู้วิจัยให้ความสนใจเกี่ยวกับระดับโคเลสเตอรอลและคุณค่าทางโภชนาการของไข่ไก่โดยได้มีการดัดแปลงลักษณะทางโภชนาการของไข่ไก่และให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพไข่ไก่ ในมนุษย์มีรายงานมากมายที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิตามินอี และ antioxidant ในการช่วยลดอุบัติการณ์ของ coronary heart disease ได้ (Riemersma et al., 1991) Jialal และ Grundy (1992) รายงานว่า การเสริมวิตามินอีชนิด α -tocopherol มีผลในการลดความไวต่อการเกิด low-density lipoprotein (LDL) oxidation เป็นการป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัว แต่ในรายงานการทดลองที่เกี่ยวกับการเสริมวิตามินอีกลุ่ม tocotrienol ยังมีไม่มากนักโดยเฉพาะในไข่ไก่ ซึ่ง tocotrienol มีคุณสมบัติในการเป็น antioxidant ได้สูงกว่า tocopherol และสามารถลดระดับ cholesterol ได้ นอกจากนี้ tocotrienol ยังมีฤทธิ์เป็น antiproliferation agent ของเซลล์มะเร็ง (Azzi et al., 1993) และ neuroprotective agent ของเซลล์สมอง (Murphy et al., 1990 ; Packer et al., 2001) tocotrienol พบมากในน้ำมันปาล์มและ น้ำมันรำข้าว (Heinomen and Piironen, 1991) tocotrienol ที่มีอยู่ในน้ำมันปาล์ม กลุ่ม α -, γ -, และ δ -tocotrienol สามารถยับยั้ง cholesterol biosynthesis และลด total serum cholesterol และระดับของ LDL cholesterol ในไก่เนื้อได้ (Qureshi et al., 1986 ; 1988) ส่วนเมตาบอลิซึม ของ tocotrienol นั้นไม่ทราบแน่ชัด (Ikeda et al., 2001) Ikeda และคณะ (2001) รายงานว่า α - และ γ -tocotrienol ละสมในเนื้อเยื่อไขมันและ ผิวหนัง แต่ไม่ละสมใน plasma และเนื้อเยื่ออื่นในหนู rat ที่ได้รับอาหารที่มี tocotrienol สูงร่วมกับเมล็ดงา ส่วนในไข่ไก่นั้นยังไม่เคยมีการศึกษาถึงเรื่องนี้ ดังนั้นทีมงานวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย รศ. น.สพ. ดร. กฤษ อังคนาพร หัวหน้าภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ น.ส. ผกากรอง อารีย์รอบ นิสิตปริญญาโทสาขาสรีรวิทยาการสัตว คณะสัตวแพทยศาสตร์ และ รศ. ดร. วินัย ตะห์ลัน คณบดีคณะสัตวศาสตร์ จึงเกิดความสนใจที่จะนำน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil) มาใช้ในการทดแทนแหล่งพลังงานของอาหารไก่ไข่ เพื่อดูปริมาณการสะสมของ tocopherol และ tocotrienol ในไข่แดง เลือด ตับ และเนื้อเยื่อไขมัน และผลการลดระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดง โดยไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่ เป็นการลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์โดยการใช้ น้ำมันปาล์มดิบแทนแหล่งพลังงานอื่นที่มีราคา

แพกว่าในอาหารไก่ไข่ และ เป็นการเพิ่มมูลค่าของน้ำมันปาล์มดิบได้ด้วย โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย โดยมี รศ. ดร. อีระ เอกสมทราเมษฐ์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่เป็นผู้ประสานงานดูแลโครงการฯ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อการระดับที่เหมาะสมในการเสริมน้ำมันปาล์มดิบในอาหารไก่ไข่
2. เพื่อศึกษาผลการเสริมน้ำมันปาล์มดิบต่อระดับโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลที่สะสมในเลือด เนื้อเยื่อไขมัน ตับและไข่แดง
3. เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำมันปาล์มดิบในการลดระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดง
4. เพื่อศึกษาผลของการเสริมน้ำมันปาล์มดิบที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

โดยแบ่งออกเป็นสองการทดลอง การทดลองเบื้องต้นเพื่อมุ่งเน้นหาผลกระทบของน้ำมันปาล์มดิบที่มีต่อไก่ไข่ โดยใช้ไก่ไข่พันธุ์ Hisex อายุ 48 สัปดาห์ จำนวน 10 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (5 ตัว/กลุ่ม) ได้รับน้ำมันปาล์มดิบ 0% (กลุ่มควบคุม) และ 2% ตรวจวัดผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพไข่รวมในสัปดาห์ที่ 0 ถึงสัปดาห์ที่ 6 (สิ้นสุดการทดลอง) และระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงในสัปดาห์ที่ 4, 5 และ 6 จากผลการทดลองพบว่า การใช้น้ำมันปาล์มดิบในอาหารไม่มีผลต่อปริมาณการกินอาหาร น้ำหนักตัวสัตว์ ความถ่วงจำเพาะ สีไข่แดงระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มใช้น้ำมันปาล์มดิบไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ พบว่า ในกลุ่มที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบมีน้ำหนักไข่มากกว่าในกลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 3 และ 6 ส่วนน้ำหนักไข่แดงมากกว่ากลุ่มควบคุมในสัปดาห์ที่ 5 และ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย

ในการทดลองที่ 2 ใช้ไก่ไข่พันธุ์ Hisex ที่อายุ 49 สัปดาห์ จำนวน 144 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้น้ำมันปาล์มดิบในสูตรอาหาร 0, 2, 3 และ 4% ตามลำดับ ทำการวัดสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และ ระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดง (สัปดาห์ที่ 0, 4, 5 และ 6) เหมือนกับการทดลองที่ 1 ทำการวัดระดับความเข้มข้นของไวตามินอีชนิดโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลในไข่แดง เนื้อเยื่อไขมัน และตับเมื่อสิ้นสุดการทดลองโดย HPLC และ fluorescence detector ผลการทดลองที่ 2 พบว่า การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวไก่ ปริมาณการกินอาหาร เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ ความถ่วงจำเพาะ คุณภาพไข่ขาว น้ำหนักไข่ขาว และน้ำหนักเปลือก ระหว่างกลุ่มที่ให้น้ำมันปาล์มดิบกับกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน แต่พบว่าในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปาล์มดิบในอาหาร 4% สามารถเพิ่มความเข้มของสีไข่แดง น้ำหนักไข่ไก่ (เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 กรัม) น้ำหนักไข่แดง (เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 กรัม) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่เสริมน้ำมันปาล์มดิบ 4% สามารถลดระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงมากที่สุด (11.89 มิลลิกรัม/ไข่แดง 1 กรัม) และน้ำมันปาล์มดิบยังสามารถเพิ่มผลรวมของระดับโทโคฟีรอลในไข่แดงได้มากที่สุดในกลุ่มที่ใช้น้ำมันปาล์มดิบ 2% และผลรวม

ของระดับโทโคไตรอีนอลได้มากที่สุดในไข่แดงและเนื้อเยื่อไขมัน โดยเฉพาะในกลุ่มที่เสริมน้ำมันปาล์มดิบ 3 และ 4 % การเสริมน้ำมันปาล์มดิบทำให้มีการสะสมของโทโคไตรอีนอลในเนื้อเยื่อไขมันในระดับสูงที่สุด มากกว่าที่พบในไข่แดง ดิบ และเลียด

ผู้วิจัยยังได้ทำการสุ่มตัวอย่างไข่ที่ซื้อมาจากจังหวัดในกทม และจังหวัดใกล้เคียงอีก 3 จังหวัดคือกาญจนบุรี ราชบุรี และนครปฐม ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าระดับโคเลสเตอรอลเฉลี่ยของไข่ในท้องตลาดอยู่ที่ 273.16 ± 9.90 , 268.12 ± 9.83 , 265.92 ± 4.02 และ 286.86 ± 0.67 มิลลิกรัม/ไข่แดงทั้งฟอง ในจังหวัด กทม กาญจนบุรี ราชบุรี และนครปฐม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าที่พบในการทดลองกลุ่มที่ให้ปาล์มน้ำมันดิบขนาด 4 % ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ 202.68 ± 5.21 มิลลิกรัม/ไข่แดงทั้งฟอง จากการเลี้ยงไก่ด้วยอาหารที่ผสมน้ำมันปาล์มดิบเป็นเวลา 6 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการผลิตไข่ที่มีโคเลสเตอรอลต่ำเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดโดยใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นวัตถุดิบ ปัจจุบันการเลี้ยงไก่ไข่ ผู้เลี้ยงได้ใช้วัตถุดิบหลักที่หาได้ง่ายในท้องตลาด ซึ่งน้ำมันปาล์ม ได้ถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานในอาหารไก่ไข่มากขึ้น ในบางฟาร์มได้เริ่มใช้น้ำมันปาล์มดิบที่มีราคาถูกกว่าน้ำมันปาล์มชนิดอื่น ๆ ทำให้ผู้วิจัย ได้วิเคราะห์หาระดับวิตามินอีชนิดต่างๆ ในไข่แดงดังแสดงในตารางที่ 2 จากไข่ที่เก็บจากแหล่งต่างๆ เพื่อดูว่ามีการใช้น้ำมันปาล์มดิบเลี้ยงไก่ไข่จริงหรือไม่ถ้าพบว่าไข่แดงของไข่ที่สุ่มเลือกมามีระดับโทโคไตรอีนอลอยู่ในระดับสูง จากผลการสำรวจและวิเคราะห์พบว่า ไข่แดงในท้องตลาดมีระดับalpha-tocopherol และ alpha-tocotrienol ต่ำกว่าผลการทดลองไม่มากนัก แต่พบว่าระดับ gamma-tocotrienol ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการลดโคเลสเตอรอลในเลือดมีระดับค่อนข้างต่ำในไข่จากท้องตลาดเมื่อเทียบกับผลการทดลองอย่างชัดเจน โดยพบในระดับ 62.86 ± 8.43 69.12 ± 0.6 24.24 ± 3.47 43.34 ± 14.18 ไมโครกรัม/กรัมไข่แดง ในไข่ที่ได้จาก กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และ กทม ส่วนจากผลการทดลอง พบ gamma-tocotrienol ถึง 125.34 ± 0.33 ไมโครกรัม/กรัมไข่แดง เช่นเดียวกับ delta-tocopherol แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของไข่ไก่ที่ได้รับจากการเสริมน้ำมันปาล์มดิบโดยเฉพาะที่ระดับ 4% ที่นอกจากจะมีระดับโคเลสเตอรอลที่ต่ำแล้ว ยังมีระดับวิตามินอีทั้งโทโคฟีรอลและโทโคไตรอีนอลสูงด้วย ซึ่งไข่ในท้องตลาดปัจจุบันยังมีระดับวิตามินอีไม่สูงเท่า และมีโคเลสเตอรอลในเกณฑ์สูง

สรุปได้ว่า น้ำมันปาล์มดิบไม่มีผลกระทบต่อการกินได้คือคว่ำคว้น น้ำหนักตัวไก่ไข่ ความถ่วงจำเพาะ คุณภาพไข่ขาว พบว่าการเสริมน้ำมันปาล์มดิบที่ระดับ 3 และ 4% ในอาหารสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้อาหารในไก่ไข่ น้ำหนักไข่ น้ำหนักไข่แดง และสีของไข่แดงได้ และลดระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงได้อย่างมีนัยสำคัญ และในไก่ไข่ที่เสริมน้ำมันปาล์มดิบ 4% มีการสะสมของวิตามินอีในไข่แดงมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีระดับแอลฟาโทโคฟีรอล แอลฟาโทโคไตรอีนอล และ แกมมาโทโคไตรอีนอลได้สูงที่สุด

ตารางที่ 1 ระดับโคเลสเตอรอลในไข่แดงในปลาจาก 4 จังหวัด (กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และ กรุงเทพฯ)

จังหวัด	ระดับ โคเลสเตอรอลในไข่แดง มิลลิกรัม/ไข่แดงทั้งฟอง	ระดับ โคเลสเตอรอลในไข่แดง มิลลิกรัม/ไข่แดง 1 กรัม
กาญจนบุรี 1	278.97	15.28
กาญจนบุรี 2	259.81	15.83
กาญจนบุรี 3	265.58	15.42
ค่าเฉลี่ย	268.12	15.51
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(9.83)	(0.29)
ราชบุรี 1	261.34	16.11
ราชบุรี 2	267.61	17.50
ราชบุรี 3	268.82	17.22
ค่าเฉลี่ย	265.92	16.94
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(4.02)	(0.74)
นครปฐม 1	286.09	17.36
นครปฐม 2	287.19	16.94
นครปฐม 3	287.31	17.08
ค่าเฉลี่ย	286.86	17.13
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(0.67)	(0.21)
กรุงเทพฯ 1	270.72	16.90
กรุงเทพฯ 2	264.71	17.22
กรุงเทพฯ 3	284.05	16.67
ค่าเฉลี่ย	273.16	16.90
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(9.90) ¹	(0.29)
ไข่แดงที่ได้จากไก่ไข่ที่	202.68	11.89
กินอาหารที่มี น้ำมัน	(5.31)	(0.58)
ปาล์มดิบ 4% นาน 6		
สัปดาห์		

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของวิตามินอีในตัวอย่างไข่แดงจาก 4 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม และกรุงเทพฯ (ไมโครกรัม/กรัม ไข่แดง)

จังหวัด	ความเข้มข้นของวิตามินอีต่างๆ ในไข่แดง (ไมโครกรัม/กรัม ไข่แดง)				
	Alpha-T	AlphaT3	Gamma-T	Gamma-T3	Delta-T
กาญจนบุรี 1	38.768	185.788	177.249	62.287	10.956
กาญจนบุรี 2	40.745	184.080	194.097	71.556	11.575
กาญจนบุรี 3	40.413	183.345	191.006	54.736	12.091
ค่าเฉลี่ย	39.98	184.35	187.45	62.86	11.54
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(1.06)	(1.33)	(8.97)	(8.43)	(0.57)
ราชบุรี 1	27.701	161.765	157.754	68.451	15.071
ราชบุรี 2	26.652	181.898	160.797	69.291	20.573
ราชบุรี 3	23.099	181.090	160.637	69.608	14.113
ค่าเฉลี่ย	25.82	174.92	159.73	69.12	16.59
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(2.41)	(11.40)	(1.71)	(0.60)	(3.49)
นครปฐม 1	19.748	273.190	161.398	20.255	1.508
นครปฐม 2	20.061	204.772	172.877	26.612	1.005
นครปฐม 3	23.099	164.880	200.902	25.837	1.032
ค่าเฉลี่ย	20.97	214.28	178.39	24.24	1.18
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(1.85)	(54.78)	(20.32)	(3.47)	(0.28)
กรุงเทพฯ 1	24.268	234.234	181.150	49.822	2.682
กรุงเทพฯ 2	33.841	193.528	166.834	27.076	1.640
กรุงเทพฯ 3	23.099	164.546	157.509	53.112	1.447
ค่าเฉลี่ย	27.07	197.55	168.50	43.34	1.92
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	(5.89)	(34.85)	(11.91)	(14.18)	(0.66)
ไข่แดงจากไก่ไข่ที่ได้รับ น้ำมันปาล์มดิบ 4%	44.64	221.38	299.56	125.34	83.54
	(0.50)	(1.78)	(0.58)	(0.33)	(1.01)

เอกสารอ้างอิง

- Azzi, A., D. Boscoboinik, E. Chatelain, N.K. Ozer, and B. Stauble. 1993. d- α -Tocopherol control of cell proliferation. *Mol. Asp. Med.*, 14:265-2714.
- Heinonen, M., V. Piironen. 1991. The tocotrienol, and vitamin-E content of the average Finish diet. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 61:27-32.
- Ikeda, S., K. Toyoshima and K. Yamashita. 2001. Dietary sesame seeds elevate α - and γ -tocotrienol concentrations in skin and adipose tissue of rats fed the tocotrienol-rich fraction Extracted from palm oil. *J. Nutr.*, 131:2892-2897.
- Jialal, I. and S.M. Grundy. 1992. Effect of dietary supplementation with alpha-tocopherol on the oxidative modification of low density lipoprotein. *J. Lipid Res.*, 33:899-906.
- Murphy, T.H., R.L. Schnaar and J.T. Coyle. 1990. Immature cortical neurons are uniquely sensitivity to glutamate toxicity by inhibition of cystine uptake. *F.A.S.E.B. J.*, 4:1624-1633.
- Packer, L., U.W. Stefan and R. Gerald. 2001. Molecule aspects of α -tocotrienol antioxidant action and cell signalling. *J. Nutr.*, 131:369-373.
- Qureshi, A.A., A.S.H. Ong, A. Gapor, G. deWITT and Y.H. Chong. 1988. Suppression of cholesterol biosynthesis and hypocholesterolemic effects of tocotrienols from palm oil in the chicken model. Paper presented at The National Oil Palm/Palm Oil.
- Qureshi, A.A., W.C. Burger, D.M. Peterson and C.E. Elson. 1986. The structure of an inhibitor of cholesterol biosynthesis isolated from barley. 1. *Biol. Chem.*, 261:10544-10550.
- Rimersma, R.A., D.A. Wood, C.C.A. MacIntyre, R.A. Elton, K.F. Gey and M.F. Olive. 1991. Risk of angina pectoralis and plasma concentrations of vitamin A, C and E and carotene. *Lancet*, 337:1-5.
- Thompson, B.K., and Hamilton, R.M. 1982. Comparison of the precision and accuracy of the flotation and Archimedes methods for measuring the specific gravity of egg. *Poult. Sci.* 62: 1599-1605.
- Ueda, T. and O. Igarashi. 1987. New solvent system for extraction of tocopherols from biological specimens for HPLC determination and the evaluation of 2,2,5,7,8-pentamethyl-6-chromanol as an internal standard. *J. Micronutr. Anal.*, 3:185198.