

난황 Cholesterol 함량에 대한 유전적 모수 추정

홍기창 · 박응우 · 정선부 *

고려대학교 농과대학

(1989. 3. 6 接受)

Estimate of Genetic Parameters for Egg Yolk Cholesterol Content

K. C. Hong, E. W. Park and S. B. Chung*

College of Agriculture, Korea University

(Received March 6, 1989)

SUMMARY

This study was conducted to estimate genetic parameters for egg yolk cholesterol. Content of egg yolk cholesterol was measured for a total of 473 hens of White Leghorn line. Cholesterol values were obtained from three consecutively laid eggs when hens were 53 weeks of age. The yolk of each egg was weighted and freeze dried. Dried egg yolks were stored at -20°C until analyzed.

The results obtained from this study were as follows;

1. Yolk cholesterol content was measured in average 56.00 ± 0.194 mg/g dry yolk.
2. Heritability from the sire component of variance was 0.522 ± 0.215 and from the sire+dam component of variance 0.33 ± 0.209 .
3. Estimates of phenotypic correlation between yolk cholesterol and other factors such as body weight at 20 weeks of age, age at first egg, 40-week total egg number, egg production rate; 53-week egg weight and 53-week yolk weight were -0.0208 , -0.0321 , -0.0378 , -0.0834 , 0.0790 and 0.1624 , respectively. And genetic correlation coefficients for each item in the order were -0.5293 , 0.7105 , -0.4062 , -0.0254 , 0.2164 and 0.5027 , respectively.
4. These results suggest the possibility that egg yolk cholesterol should be reduced through selecting of sire families. To breed for low egg yolk cholesterol, it makes age at first egg earlier and enhances total egg number so that we can obtain the high rate of egg production.

I. 緒 論

動物性 食品을 통한 Cholesterol의 攝取가 管狀 動脈性 心臟疾患의 발생과 關係가 있으며 또한 鷄卵이 다른 動物性 食品에 비해 單位 gram當 Cholesterol의 含量이 높다는 이유등으로 해서 소비자들이

점차 鷄卵의 섭취를 기피함으로 인해 鷄卵 소비의 增加推勢는 鈍化되고있는 실정이다. 따라서 鷄卵에 있어서 특히 卵黃내 Cholesterol 含量을 減少 시키기 위한 여러가지 방안이 중요한 문제로 대두되기에 이르렀다.

卵黃內 Cholesterol 含量은 品種과 系統에서 그 差

* 축산시험장(Livestock Experiment Station)

異가 있으며 이것은 遺傳的 要因에 의한 것이다(Edwards等, 1960; Bair와 Marion, 1978; Chavous, 1968). Washburn과 Nix(1974)는 Sire에 대한 選拔에 의해 卵黃 Cholesterol 水準을 變化시킬 수 있으며 그때의 遺傳力은 Broiler 系統에서 0.36, 兼用種 系統에서는 0.23인 것으로 報告했으며, Cunningham等(1974)은 Leghorn 系統에서 1次 選拔하여 回歸에 의해 測定된 遺傳力은 0.24이며, realized 遺傳力은 0.21 이라했다. 또한 Becker等(1977)은 Sire 分散成分에 의한 遺傳力은 0.15, Dam의 分散成分에 의한 遺傳力은 없었으며, 回歸에 의한 遺傳力은 0.24이며, 卵黃 Cholesterol에 대해 2世代 반복에 의한 遺傳力은 0.04-0.13 이라고 했다. Ansa等(1985)은 3세대동안 卵黃 Cholesterol 含量이 낮은 쪽으로 選拔된 line에서 卵黃 Cholesterol 含量이 대조구 集團보다 有意性있게 낮아졌다고 報告했는데 回歸에 의한 遺傳力은 選拔集團이 0.11, 對照區集團이 0.23이며 realized 遺傳力은 0.26 이라 報告했다. 그러나 Marks等(1977)은 broiler 系統과 Leghorn 系統의 4세대間 二元的 選拔에 의하여 구한 遺傳力에서 Broiler 系統의 realized 遺傳力은 low-line에서 0.01, high-line에서 0.12, Leghorn 系統에서 low-line은 -0.08, high-line은 0.02로 low-line에 대한 選拔은 그 效果가 없다고 했다.

이 卵黃 Cholesterol 含量과 產卵率과의 相關關係에 대해 Edwards等(1960)은 卵黃 Cholesterol 含量의 差異를 產卵率로 설명하려 했으나 有意性은 없었다. Harris等(1963)은 產卵率과의 關係가 -0.17로 有意性 있는 水準이라고 하였으며, Collins等(1963)은 이보다 더 높은 -0.303으로 報告했다. Washburn과 Nix(1974) 및 Washburn과 Marks(1977)은 Leghorn 系統이나 Broiler 系統에서 모두 -0.14 - -0.20 水準으로 보고했고, Cunningham等(1974)은 첫 世代에서 -0.269, 두번째 世代에서 -0.380로 모두 有意性이 있는 것으로 報告해 卵黃 Cholesterol 含量은 產卵率과 負의 相關關係가 認定되고 있다.

이상과 같이 先進國에서는 鷄卵內 Cholesterol 含量을 減少시키기위해 많은 研究가 進행되고있으나 아직까지 全世界의으로 充分한 研究가 되어있지 않기 때문에 本 研究는 앞으로 卵黃 Cholesterol 含量이 낮은 系統을 育成하기 위한 基礎資料를 얻기 위하여

遂行하였다.

II. 材料 및 方法

1. 供試 材料 및 調查 方法

本 研究는 M 育種農場에서 White Leghorn 系統의 種모계 28마리와 種빈 85마리 사이에서 생산된 產卵鷄 473마리에서 連續 產卵된 3개의 알을 收集하여 Cholesterol 含量을 分析하였다. Cholesterol 含量은 열처리한 알에서 卵黃만을 조심스럽게 分離하여 產卵鷄別로 잘 섞은후 冷凍乾燥 시켰다. 冷凍乾燥된 卵黃은 分析이 될때까지 -20°C 냉장고에 보관했다. 乾燥된 卵黃에서 0.5 - 1g을 정확히 採取한후 Bligh와 Dyer(1959)의 方式을 이용하여 Chloroform-methanol (V 2 : V 1) 溶液으로 脂肪을 抽出한 후 Zlatkis等(1969)의 方法을 利用 Cholesterol 含量을 測定하였다.

調査되어진 項目들은 20주령시 체중, 초산일령, 40주령까지 총산란수 및 산란율, 53주령 난중, 53주령 난황무게, 난황 Cholesterol 含量이며 산란율은 產卵 開始日과 40週齡까지 總 產卵數의 記錄을 利用하여 다음과 같이 個體別 產卵率을 計算하였다.

$$\text{產卵率} = \left\{ \frac{40 \text{週齡까지의 總 產卵數}}{280 - \text{產卵 開始日}} \right\} \times 100$$

2. 統計的 分析

調査된 資料는 最少 自乘法으로 分析하였으며 그 分析에 利用된 Linear model은 다음과 같다.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} + e_{ijk}$$

여기서 Y_{ijk} = 形質의 表現型價

μ = 集團의 平均値

α_i = i 번째 種모계의 效果

β_{ij} = i 번째 種모계에 交配된 j 번째 種빈계의 效果

e_{ijk} = 各 個體 特有的의 任意的 誤差의 合計

또한 遺傳力, 遺傳 相關 表現型 相關의 推定은 Becker(1984)의 方法에 따라 다음과 같이 計算하였다.

* 遺傳力

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 一般成績

本 研究에서 나타난 各 形質의 成績은 Table 1 과 같다.

본 實驗에 利用된 鷄群으로부터 測定된 形質인 20 週齡體重, 產卵開始日, 40 週齡까지의 總產卵數, 產卵率, 53 週齡 卵重, 53 週齡 卵黃무게의 平均은 各 各 1239.37 g, 146.96日, 114.35個, 85.93%, 60.14 g, 18.32 g으로 나타났으며 本 實驗에 利用된 鷄群의 알에서 分析된 Cholesterol 含量은 卵黃 乾物 g 當 平均 56.00 ± 0.194 mg으로 測定되었는데 이는 南韓내 水分의 含量이 平均 50.05% 정도로보면 卵黃 g 當 27.97 mg으로 볼 수 있다. 이것은 Ansah等(1985)의 卵黃 g 當 12.6~20.2 mg의 報告와 Becker等(1977)의 卵黃 乾物 g 當 32.5~34.3 mg보다 높은 數值를 나타내었으나, Schiavo(1962)와 Harris等(1963)의 卵黃 g 當 24.39~25.2 mg보다는 조금 높으나 비슷한 水準을 나타내었으며, Somes等(1977)의 첫번째의 分析 結果인 南韓 g 當 33.2~34.3 mg 보다는 낮은 水準을 나타내었다. 이렇게 Cholesterol 含量에 차이가 나타나는것은 먼저 鷄群自體의 유전

$$h_s^2 = \frac{\hat{\sigma}_s^2}{\hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_W^2} \quad h_s^2 + D = \frac{2(\hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_D^2)}{\hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_D^2 + \hat{\sigma}_W^2}$$

* 遺傳相關

$$r_G = \frac{4 \hat{cov}_s}{\sqrt{4 \hat{\sigma}_{s(x)}^2} \sqrt{4 \hat{\sigma}_{s(y)}^2}}$$

* 表現型相關

$$r_P = \frac{\hat{cov}_W + \hat{cov}_s + \hat{cov}_D}{\sqrt{\hat{\sigma}_W^2(x) + \hat{\sigma}_{s(x)}^2 + \hat{\sigma}_{D(x)}^2} \sqrt{\hat{\sigma}_W^2(y) + \hat{\sigma}_{s(y)}^2 + \hat{\sigma}_{D(y)}^2}}$$

여기서 h^2 = 各 形質의 遺傳力
 r_G = X 形質과 Y 形質間의 遺傳相關
 r_P = X 形質과 Y 形質間의 表現型相關
 $\hat{\sigma}_s^2$ = 종모계의 分散成分 推定值
 $\hat{\sigma}_D^2$ = 종빈계의 分散成分 推定值
 $\hat{\sigma}_W^2$ = 산란계의 分散成分 推定值
 \hat{cov}_s = 종모계의 X 形質과 Y 形質間의 共分散
 \hat{cov}_D = 종빈계의 X 形質과 Y 形質間의 共分散
 \hat{cov}_W = 산란계의 X 形質과 Y 形質間의 共分散

Table 1. Means, standard error (SE) and coefficient of variations (CV) for traits

Traits	N	Mean	SE	CV(%)
20-Week body weight (g)	473	1239.37	5.468	9.596
Age at first egg (day)	473	146.93	0.498	7.379
Total egg number (No.)	473	114.34	0.620	11.784
Egg production (%)	473	85.93	0.346	8.749
53-Week egg weight (g)	473	60.14	0.163	5.879
53-Week yolk weight (g)	473	18.32	0.054	6.440
Cholesterol (mg/g dry yolk)	473	56.00	0.194	7.526

적 요인 뿐만아니라 사료와 季節(Harris 등, 1963) 및 分析方法(Somes 등, 1976)에서 기인되는 것으로 思料된다.

2. 卵黃 Cholesterol 含量의 遺傳力

各 型質들의 遺傳力 推定值는 Table 2와 같다. 卵黃 Cholesterol 含量에 대한 遺傳力은 Sire의 分

散成分만으로 推定된것은 0.52 ± 0.215, Sire + Dam의 分散成分에 의한 것이 0.33 ± 0.209으로 推定되었는데 이는 Washburn等(1974)이 Sire의 成分만으로 Broiler 系統에서 0.36, 兼用種系統에서 0.23으로 報告한 것과 Becker等(1977)의 Sire分散成分에 의한 遺傳力 0.15 등에 比하여 상당히 높은 水準으로 推定되었다. 또한 Marks等(1977)의 4세대간

Table 2. Estimates of heritabilities

Trait	Heritability	
	Sire	Sire + Dam
20-Week body weight	0.30 ± .208	0.47 ± .019
Age at first egg	0.19 ± .141	0.18 ± .050
Total egg number	0.33 ± .193	0.44 ± .054
Egg production	0.22 ± .182	0.37 ± .083
53-Week egg weight	0.83 ± .284	0.44 ± .259
53-Week yolk weight	0.32 ± .186	0.34 ± .547
Yolk cholesterol	0.52 ± .215	0.33 ± .209

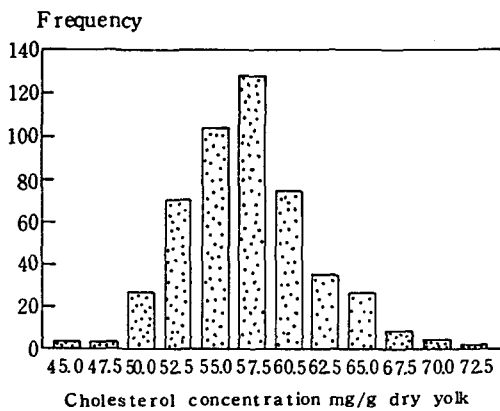


Figure 1. Frequency distribution of yolk cholesterol per dry yolk gram

二元的選抜을 실시한 Leghorn 系統에서 Cholesterol 含量이 낮은 쪽으로 選抜한 系統에서 Sire 成分으로는 유전력을 구할 수 없다는 報告와는 다르게 遺傳力이 높게 推定되어 選抜에 의해 改良이 가능함을 보여준다. 이러한 결과는 이번 分析에서 나타난 Cholesterol 含量의 分布가 Washburn 等(1974)의 報告처럼 2개의 peak 를 나타내는 것이 아니라 Figure 1에서 보는 바와 같이 正規分布와 비슷한 형태를 이루고 있으며 또한 分析한 標本의 數가 다른 報告들 보다는 충분히 많기 때문인 것으로 思料된다.

3. 相關關係

本 實驗에 利用된 鷄群에서 測定된 形質들간의 相關關係는 Table 3 과 같다.

Table 3. Estimates of phenotypic and genetic correlation between yolk cholesterol and other traits

Trait	Phenotypic	Genetic	
		Sire	Sire + Dam
20-Week body weight	-0.0208	-0.5293	0.0987
Age at first egg	-0.0321	0.7105	0.3482
Total egg number	-0.0378	-0.4062	-0.0800
Egg production	-0.0834	-0.0254	0.1049
53-Week egg weight	0.0790	0.2164	0.2284
53-Week yolk weight	0.1624	0.5027	0.1995

卵黃 Cholesterol 含量에 대한 여러 形質들의 相關關係를 各 形質別로 다른 研究報告와 比較해보면 體重과의 表現型 相關은 Edwards 等(1960)이 0.44 ($P < 0.05$)로, Harris 等(1963)이 0.15 그리고 Cummingham 等(1974)이 1世代 選抜後 8週齡 體重

과 0.056 으로 모두 正의 相關關係로 報告했다. 그러나 本 研究에서는 20週齡 體重과 相關程度는 낮지만 表現型 相關이 -0.0208 로 負의 相關을 나타냈고 遺傳相關에 있어서도 -0.5293 으로 높은 負의 相關을 나타냈다.

初産日齡과는 表現型 相關이 -0.0321 로 이는 Harris等(1963)이 報告한 0.16 과는 달랐다. 遺傳 相關에서는 0.7105 로 매우 높은 正의 相關關係를 보여주고 있다.

40週齡까지의 總産卵數와는 表現型 相關이 0.0378 로 낮았으나 遺傳 相關은 -0.4062 로 負의 關係를 나타내고 있다.

産卵率과는 表現型 相關이 -0.0834 , 遺傳 相關에서 -0.0254 로서 낮은 정도로 負의 相關關係가 나타났는데 이는 Collins 등(1963)의 -0.303 , Washburn等(1974, 1977)의 $-0.14 \sim -0.20$, Ansah等(1985)의 $-0.012 \sim -0.27$ 의 水準보다 낮은 程度를 나타내고 있다.

卵重과의 相關關係 程度는 表現型 相關이 0.079 遺傳 相關이 0.2164 로 나타났는데 이는 $0.028 \sim 0.08$ 로 報告한 Cunningham等(1977), Washburn等(1977),

Washburn等(1985)의 實驗結果와는 비슷한 傾向值를 나타냈다.

卵黃 무게와의 相關關係는 表現型 相關이 0.1624 , 遺傳 相關이 0.5027 로 높게 나타났는데 이는 $-0.01 \sim -0.25$ 로 報告한 여러 文獻(Harris等, 1963; Washburn等, 1977; Ansah等, 1985)과는 다른 結果이며, 遺傳 相關에 있어서는 Becker等(1977)의 0.31 과 비슷한 傾向值를 나타냈다.

4. 遺傳的 改良期待值

이번의 結果는 選拔에 의해서 鷄卵內 Cholesterol의 含量을 減少시킬 수 있다는 것을 意味하며 이렇게 推定된 遺傳力을 利用하여 卵黃 Cholesterol 水準이 낮은 쪽으로 改良을 할 경우 그 遺傳的 改良量을 推定해 보면 Table 4-1과 Table 4-2에서 보는 바와같다.

Table 4-1. Expected response(R) per generation under different intensity of selection (i) for low yolk cholestesterol

Proportion	i	T_p	h^2	R (mg/g dry yolk)
0.05	2.063	4.2295	0.52	4.537
0.10	1.755	4.2295	0.52	3.860
0.15	1.554	4.2295	0.52	3.418
0.20	1.400	4.2295	0.52	3.079

Table 4-2. Expected response(R) per generation under each selection differential (S) for low yolk cholesterol (mg/g dry yolk)

Proportion	Total mean	Selected mean	S	h^2	R
0.05	56.00	48.400	7.60	0.52	3.952
0.10	56.00	49.086	6.58	0.52	3.420
0.15	56.00	50.086	5.91	0.52	3.075
0.20	56.00	50.617	5.38	0.52	2.800

Table 4-1에서 보는 結果는 本 研究에서 測定한 Cholesterol 推定值가 正規分布를 하고 選拔이 切斷型(truncation)으로 行해진다는 前題條件 下에서 推定한 數值인데, 여기서 選拔強度(i)는 Falconer(1974)의 附表를 利用하였으며, 選拔反應(R)은 다음과 같은 公式을 利用하여 算出하였다.

$$R = sh^2 = ih^2 \sigma_P = ih \sigma_A$$

$$i = s / \sigma_P$$

여기서 R = Selected response

S = Selected differential

i = Intensity of selection

σ_P = Standard deviation of phenotype

σ_A = Standard deviation of breeding value

Table 4-2는 본 實驗에서 얻은 各 產卵鷄의 記錄을 직접 $R = h^2 S$ 의 公式에 적용해서 算出한 遺傳的 改良期待值로 卵黃 乾物 g 當 最高 3.952 mg 까지 그 含量을 減少시킬 수 있음을 보여준다. 이는 平均卵黃의 무게가 18.32 g 이고 卵黃內 水分 含量이 50.06%임을 考慮하면 全體 鷄卵內에서 36.24 mg 程度까지 줄일 수 있다는 것을 意味한다.

以上の 結果에서 卵黃중 Cholesterol 含量이 낮은 系統으로 系統을 育成하게 되면 이는 鷄群 自體의 性成熟 時期를 앞당기며 또한 初産時의 體重을 높여주어 높은 産卵率을 維持시킬 수 있는 效果도 얻을 수 있을 것으로 思料되나 앞으로 보다 많은 反復實驗 結果를 注視해 보아야 할 것이다.

IV. 摘 要

本 研究은 卵黃內 Cholesterol 含量이 낮은 系統을 育成하기 위한 基礎資料를 얻기 위하여 遂行되었다. 實驗에 이용된 供試材料는 White Leghorn 系統의 53 週齡된 473마리의 產卵鷄에서 連續産卵된 3 個의 알을 利用하였다. 각 알은 卵黃 무게가 測定된 후 冷凍乾燥시켜 分析될 때까지 냉동고에 보관되었으며 分析된 結果는 다음과 같다.

1. 卵黃 Cholesterol 含量은 平均 卵黃 乾物 g 當 56.00 \pm 0.914 mg 이었다.

2. 卵黃 Cholesterol 含量의 遺傳力은 Sire 分散成分만으로 推定된 것은 0.52, Sire + Dam 의 分散成分에 의한 것이 0.33으로 推定되었다.

3. 20 週齡體重, 初産日齡, 總産卵數, 産卵率, 53 週齡卵重, 53 週齡 卵黃 무게와 卵黃 Cholesterol 含量과의 表現型相關은 각각 -0.028, -0.0321, -0.0378, -0.0834, 0.0790, 0.1624 로 나타났고, Sire 成分에 의한 遺傳相關은 각각 -0.5293, 0.7105, -0.4062, -0.0254, 0.2164, 0.5027 로 나타났다.

4. 本 研究의 結果를 종합해볼때 卵黃 Cholesterol 含量이 낮은 쪽으로 선발이 가능하며 이렇게 할 경우 初産日齡을 앞당길 수 있으며 總産卵數를 증가시켜 높은 産卵率을 얻을 수 있을 것으로 思料된다.

V. 引用 文 獻

1. Ansah, G. A., C. W. Chan, S. P. Touchburn and R. B. Buckland, 1985. Selection for low yolk cholesterol in Leghorn-type chickens. Poultry Sci. 64: 1-5.
2. Bair, C. W. and W. W. Marion, 1978. Yolk cholesterol in egg from various avian species. Poultry Sci. 57: 1260-1265.
4. Becker, W. A., J. V. Spencer, J. A. Verstrate, 1977. Genetic analysis of chicken egg yolk cholesterol. Poultry Sci. 56: 895-901.
5. Becker, W. A., 1984. Manual of quantitative genetics. fourth edition. Academic enterprise.
6. Bitman, J. and D. L. Wood, 1980. Cholesterol and cholesteryl esters of eggs from various avian species. Poultry Sci. 59: 2014-2023.
7. Bligh, E. G. and W. J. Dyer, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911.
8. Chavous, L. G., M. R. McClung and E. E. Gardiner, 1965. Genetic variations among breeding combination in egg yolk cholesterol. Poultry Sci. 44: 1359.
9. Collin, W. M., A. C. Kahn III, A. E. Teeri, N. P. Zervas, 1968. The effect of sex-linked barring and rate of feathering genes, and of stock upon egg yolk cholesterol. Poultry Sci. 47: 1518-1526.
10. Cunningham, D. L., W. F. Krueger, R. C. Fanguy and J. W. Bradley, 1974. Preliminary results of bidirectional selection for yolk cholesterol level in laying hens. Poultry Sci. 53: 384-3891.
11. Edwards, H. M., Jr., J. C. Drigers, R. Dean and J. I. Carmon, 1960. Studies on the cholesterol content of eggs from various breeds and/or strain of chicken. Poultry Sci. 39: 487-489.
12. Falconer, D. S., 1981. Introduction to quantitative genetics. second edition. Longman.
13. Harris, P. C. and F. H. Wilcox, 1963. Studies on egg yolk cholesterol I. Genetic variation and some phenotypic correlations in a random bred population. Poultry Sci. 42: 178-182.
14. Harris, P. C. and F. H. Wilcox, 1963. Studies of egg yolk cholesterol II. Influence of season. Poultry Sci. 42: 182-185.
15. Harris, P. C. and F. H. Wilcox, 1963. Studies of

- egg yolk cholesterol III. Effect of dietary cholesterol Poultry Sci. 42: 186-189.
16. Marks, H. L. and K. W. Washburn, 1977. Divergence selection for yolk cholesterol in laying hens. Br. Poult. Sci. 18: 179-188.
 17. Naber, E. C., 1976. The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen. Poul. Sci. 55: 14-30.
 18. Sheridan, A. K., C. S. M. Humphris and P. J. Nicholls, 1982. The cholesterol content of eggs produced by Australian egg-laying strains. British Poultry Science. 23: 569-575.
 19. Somes, R. G., Jr., P. V. Francis and J. J. Thustchowicz, 1977. Protein and cholesterol content of araucana chicken eggs. Poul. Sci. 56: 1636-1640.
 20. Turk, D. E. and B. D. Barnett, 1977. Cholesterol content of market eggs. Poultry Sci. 50: 1303-1306.
 21. Washburn, K. W. and D. F. Nix, 1974. Genetic basis of yolk cholesterol content. Poultry Sci. 53: 109-115.
 22. Washburn, K. W. and H. L. Marks, 1977. Relationship of yolk plasma cholesterol level to position of egg in clutch. Poultry Sci. 56: 1676-1678.
 23. Zlatkis, A. and B. Zak, 1969. Study of new cholesterol reagent. Analytical Biochemistry 29: 143-148.