

## 3-메틸-2,3-디히드로 벤즈(f)인돌-2,4,9-트리온 유도체의 합성

서명은\* · 정현정

이화여자대학교 약학대학

(Received February 1, 1996)

### Synthesis of 3-Methyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione Derivatives

Myung-Eun Suh\* and Hyun-Jung Jeoung

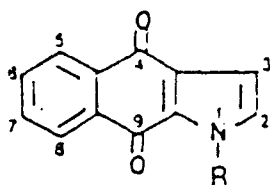
College of Pharmacy, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

**Abstract**—The 2,3-dichloro-1,4-naphthoquinone was reacted with diethyl methylmalonate and sodium amide in the toluene to yield 3-chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I). When this compound I was reacted with some alkylamines (methylamine, ethylamine, ethanolamine, 2-bromoethylamine, propylamine, isopropylamine, cyclohexylamine, benzylamine, 4-piperidylmethylamine), 3-methyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione derivatives(IIa-i) were obtained via intramolecular cyclization.

**Keywords** □ Diethyl methylmalonate, 3-chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone, 1,3-dimethyl-2,3-dihydro-benz(f)indole-2,4,9-trione, 1-N-ethyl-3-methyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione.

Benz(f)indole-4,9-dione 유도체는 1,4-naphthoquinone에 pyrrole핵이 결합되어 있는 화합물로서 항암, 세포독성, virus static, 항결핵작용, 항혈액응고등의 광범위한 생리작용이 있다고 보고되었다.<sup>1-6)</sup> 또한 이 모핵의 2번 위치가 amine유도체로 치환된 경우 항

종양작용<sup>9)</sup>, 항암작용<sup>10)</sup>, 항균작용<sup>11)</sup>이 있다고 발표되었다. 이 유도체에 관한 연구는 1970년 S. Ito가 Streptomyces murayamaceus로부터 kinamycin A, B, C, D를 분리하면서부터 benz(f)indole-4,9-dione 유도체에 대한 antibiotics로서의 관심을 불러 일으켰으며 benz(f)indole-4,9-dione의 모핵구조는 다음과 같다(Fig. 1).



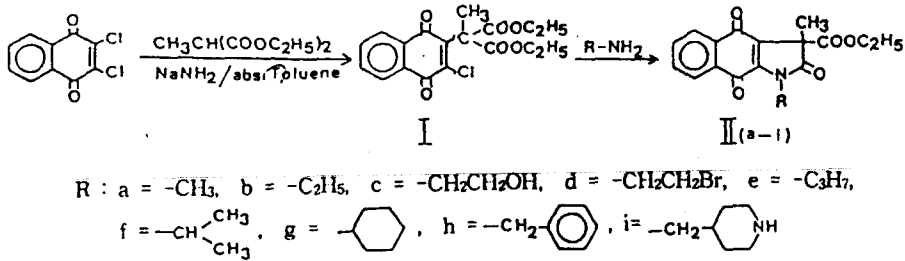
$C_2 - C_6 : 7.177 \text{ \AA}$

$C_2 - C_7 : 7.161 \text{ \AA}$

Fig. 1

Fig. 1의 benz(f)indole-4,9-dione은 3개의 환으로 형성된 가로 직경( $C_2 - C_7$ ) 7.161 Å을 갖는 planar한 평면체 화합물로서 질소를 함유한 hetero 화합물이며 para conjugate한 케톤기를 갖고 있다. Pindur<sup>12)</sup>와 Moore<sup>13)</sup>의 DNA-intercalation에 관한 연구보고에 의하면 질소를 함유하고 para conjugate한 carbonyl기를 갖는 화합물로서 3~4개의 평면체 환으로 형성된 세로 3~4 Å, 가로 6~8 Å인 화합물들은 DNA의 두 염기쌍 사이에 chromophore부분을 intercalate하여 안정된 수소결합을 이룰수 있다고 보고하였다. 그 결과 RNA polymerase 또는 topoisomerase II의 저해 등이 일어남

\* 본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로  
(전화) 02-360-3040 (팩스) 02-360-3051



Scheme I — Synthesis of 3-methyl-2,3-dihydrobenz(f)indole 2,4,9-trione derivatives.

으로서 세포성장을 S phase에서 저해시킨다고 발표하였다. 따라서 본 연구진은 Pindur와 Moore가 제창한 DNA-intercalator로서의 조건에 매우 잘 일치하는 benz(f)indole-4,9-dione 유도체로부터 새로운 세포독성 화합물을 개발하고자 수년간 본 연구실에서 연구보고한<sup>14, 15)</sup> 합성방법으로 합성하였다.

2,3-Dichloro-1,4-naphthoquinone과 active methylene 화합물인 diethyl methylmalonate를 반응시켜 3-chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I)을 합성하고 화합물 I에 아민류(methylamine, ethylamine 등)들을 반응시켜 분자내 고리화반응에 의한 3-methyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione유도체들을 합성하였다(scheme I). 생리활성실험 결과는 합성실험과 분리하여 발표할 예정이다.

## 실 험

### 시약 및 기기

본 실험에 사용된 시약들은 모두 일급시약이다. 융점측정은 Electrothermal Digital Melting Point Apparatus를 사용했으며 이에 대한 보정은 하지 않았다. IR Spectra는 Perkin-Elmer Model 1420 infrared spectrophotometer를 사용하여 KBr pellet와 Nujole로 측정하였다. <sup>1</sup>H-NMR spectra는 TMS를 표준물질로 하여 JEOL JNM-PMX60si, Bruker AW 80 NMR Spectrometer 및 300MHz Varian NMR Spectrometer를 사용하였다. 원소분석은 Perkin-Elmer Model 240C elemental analyzer를 사용했으며 TLC는 Kieselgel 60F-254를 사용하여 UV 254 nm lamp로 확인하였다. 판 크로마토그래피는 Kieselgel 60(70~230 mesh ASTM, Merck)를 사용하였다.

## 실험방법

### 3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone의 합성 (I)

Sodium amide 0.5 g (0.0132 mole)을 무수 toluene 100 ml에 가한후 여기에  $\alpha$ -methyl-diethylmalonate 1.7 ml(0.099 mole)을 적가하여 가열한 후 2,3-dichloro-1,4-naphthoquinone 1.5 g(0.0066 mole)을 가해 2시간동안 가열환류시킨다. 부산물로 생성된 염을 여과하여 제거한 후 모액을 농축시켜 생성된 침전을 얻는다. 이 침전을 methanol로 세척하여 순수한 황색 결정(I)을 얻는다.

수득률 : 1.35 g (56%)

mp : 138~140°C (MeOH)

IR (KBr,  $cm^{-1}$ ) : 1750 (C=O)

NMR ( $CDCl_3$ ,  $\delta$ ) : 1.2 (t, 6H,  $-(COOCH_2CH_3)_2$ )  
1.8 (s, 3H,  $-CCH_3$ ) 4.3 (q, 4H,  $-(COOCH_2CH_3)_2$ )  
7.7~8.2 (m, 4H, aromatic)

Beilstein test : Cl(+)

### 3-methyl-3-ethoxycarbonyl-N-methyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(IIa)의 합성

3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 1.0 g(0.0027 mol)을 EtOH 50 ml에 가하여 녹인 후 40% methylamine 0.4 ml (0.005 mole)을 적가하여 1시간동안 가열환류시켰다. 냉각후 생성된 침전을 여과하여 silicagel을 이용한 판 크로마토그래피(n-hexane : ethylacetate = 3 : 1)로 분리하여 순수한 녹황색 결정(IIa)을 얻었다.

수득률 : 0.32 g (38%)

mp : 140~141°C (n-Hexane + ethylacetate)

IR (KBr,  $cm^{-1}$ ) : 1730 (C=O)

NMR ( $CDCl_3$ ,  $\delta$ ) : 1.2 (t, 3H,  $-COOCH_2CH_3$ )  
1.7(s, 3H,  $-CCH_3$ ) 3.5 (s, 3H,  $-NCH_3$ ) 4.1(q, 2H,  $-COOCH_2CH_3$ ) 7.7~8.1 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $C_{17}H_{15}NO_5$ : C 65.2, H 4.79, N 4.47

Found: C 64.9, H 4.79, N 4.95

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N-ethyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>1</sub>)의 합성**

3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 1.0 g(0.0027 mole)을 EtOH 50 ml에 가하여 녹인 후 70% ethylamine 0.4ml (0.005 mole)을 적가하여 1.5시간동안 가열환류시켰다. 냉각후 생성된 침전을 여과하여 silicagel을 이용한 관 크로마토그래피(n-hexane : ethylacetate = 3 : 1)로 분리하여 순수한 녹황색 결정(II<sub>1</sub>)을 얻었다.

수득률 : 0.31 g (35%)

mp : 156~158°C (n-Hexane + ethylacetate)

IR (KBr,  $cm^{-1}$ ) : 1750 (C=O)

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 1.2 (t, 6H,  $-COOCH_2CH_3$ ,  $-NCH_2CH_3$ ) 1.6 (s, 3H,  $CCH_3$ ) 4.1(q, 4H,  $-COOCH_2CH_3$ ,  $-NCH_2CH_3$ ) 7.8~8.2 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $C_{18}H_{17}NO_5$ : C 66.1, H 5.2, N 4.28

Found: C 65.9, H 5.38, N 4.03

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N- $\beta$ -hydroxyethyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>2</sub>)의 합성**

3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 1.0 g(0.0027 mole)을 EtOH 50 ml에 가하여 녹인 후 ethanolamine 0.35 ml(0.006 mole)을 적가하여 2.5시간동안 가열환류시켰다. 냉각후 생성된 침전을 여과하여 silicagel을 이용한 관 크로마토그래피(n-hexane : ethylacetate = 6 : 1)로 분리하여 순수한 암적갈색 결정(II<sub>2</sub>)을 얻었다.

수득률 : 0.21 g (23%)

mp : 115~116°C (n-hexane)

IR (KBr,  $cm^{-1}$ ) : 3500 (-OH) 1750 (C=O)

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 1.1(t, 3H,  $-COOCH_2CH_3$ ) 1.6 (s, 3H,  $CCH_3$ ) 3.6~4.2 (m, 6H,  $-COOCH_2CH_3$ ,  $-N-CH_2CH_2-O$ ) 4.8 (t, 1H, OH) 7.8~8.2 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $C_{18}H_{17}NO_6$ : C 62.9, H 4.95, N 4.08

Found: C 61.1, H 5.01, N 4.20

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N- $\beta$ -bromoethyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>3</sub>)의 합성**

3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 0.7 g(0.002 mole)을 EtOH 50 ml에 가하여 녹인 후 2-bromoethylamine

0.41 g(0.002 mole)을 촉매인 triethylamine 0.3 ml와 함께 가하여 24시간동안 가열환류시켰다. 감압증류하여 용매를 제거하고 소량의 methanol을 가한 후 냉각시켜 생성된 순수한 황색 결정(II<sub>3</sub>)을 얻는다.

수득률 : 0.31 g (38%)

mp : 205°C (MeOH)

IR (Nujole,  $cm^{-1}$ ) : 1670 (C=O)

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 1.1 (t, 3H,  $-COOCH_2CH_3$ ) 1.6 (s, 3H,  $CCH_3$ ) 3.7 (t, 2H,  $-CH_2CH_2-Br$ ) 4.1 (q, 2H,  $-COOCH_2CH_3$ ) 4.3 (t, 2H,  $-N-CH_2CH_2-$ ) 7.8~8.1 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $C_{18}H_{16}BrNO_5$ : C 53.3, H 3.95, N 3.45

Found: C 52.9, H 4.21, N 3.40

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N-propyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>4</sub>)의 합성**

3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 0.5 g(0.0018 mole)을 dioxane 50 ml에 가하여 녹인 후 propylamine 1 ml(0.023 mole)을 촉매인 triethylamine 0.3 ml와 함께 가하여 2시간 동안 가열환류시켰다. 감압증류하여 용매를 제거하고 소량의 methanol을 가한 후 냉각시켜 생성된 순수한 황색 결정(II<sub>4</sub>)을 얻는다.

수득률 : 0.25 g (41%)

mp : 140°C (MeOH)

IR (Nujole,  $cm^{-1}$ ) : 1750 (C=O)

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 0.8(t, 3H,  $-N-CH_2-CH_2-CH_3$ ) 1.1 (t, 3H,  $-COOCH_2CH_3$ ) 1.6 (m, 5H,  $-CCH_3$ ,  $-N-CH_2CH_2CH_3$ ) 3.8~4.2 (m, 4H,  $-COOCH_2CH_3$ ,  $-N-CH_2CH_2CH_3$ ) 7.8~8.1 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $C_{19}H_{19}NO_5$ : C 66.8, H 5.57, N 4.10

Found: C 66.8, H 5.65, N 3.51

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N-isopropyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>5</sub>)의 합성**

3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 1.0 g(0.0027 mole)을 ethanol 50 ml에 가하여 녹인 후 isopropylamine 0.6 ml(0.007 mole)을 적가하여 4시간동안 가열환류시켰다. 냉각후 생성된 침전을 여과하여 silicagel을 이용한 관 크로마토그래피(n-hexane : ethylacetate = 6 : 1)로 분리하면 순수한 암적갈색의 점액성 물질(II<sub>5</sub>)을 얻는다.

수득률 : 0.18 g (19%)

IR (Nujole,  $\text{cm}^{-1}$ ) : 1750 ( $-\text{C}=\text{O}$ )

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 0.8~1.4 (m, 9H,  $\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ) 1.8 (s, 3H,  $-\text{CCH}_3$ ) 3.8~4.3 (m, 3H,  $-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ ) 7.5~8.2 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $\text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{NO}_5$  : C 66.8, H 5.57, N 4.10

Found : C 65.8, H 5.67, N 3.95

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N-cyclohexyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>7</sub>)의 합성** - 3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 1.0 g(0.0027 mole)을 ethanol 50 ml에 가하여 녹인 후 cyclohexylamine 0.68 ml(0.006 mole)을 적가하여 2시간동안 가열환류시켰다. 냉각후 생성된 침전을 여과하여 silicagel을 이용한 관 크로마토그래피(n-hexane : ethylacetate = 6 : 1)로 분리하면 순수한 암적갈색의 점액성 물질(II<sub>7</sub>)을 얻는다.

수득률 : 0.4 g (40%)

mp : 190~191°C

IR (Nujole,  $\text{cm}^{-1}$ ) : 1760 ( $-\text{C}=\text{O}$ )

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 1.1~1.2 (m, 17H,  $\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{CCH}_3$ ,  $-\text{N}-\text{cyclohexyl}$ ) 4.1 (q, 2H,  $-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ) 7.8~8.1 (m, 4H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $\text{C}_{22}\text{H}_{23}\text{NO}_5$  : C 69.2, H 6.03, N 3.67

Found : C 68.9, H 6.19, N 3.27

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N-benzyl-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>8</sub>)의 합성** - 3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 1.0 g(0.0027 mole)을 ethanol 50 ml에 가하여 녹인 후 benzylamine 0.65 ml(0.006 mole)을 적가하여 4시간동안 가열환류시켰다. 냉각후 생성된 침전을 여과하여 silicagel을 이용한 관 크로마토그래피(n-hexane : ethylacetate = 6 : 1)로 분리하면 순수한 자주색의 점액성 물질(II<sub>8</sub>)을 얻는다.

수득률 : 0.35 g (33%)

IR (Nujole,  $\text{cm}^{-1}$ ) : 1760 ( $-\text{C}=\text{O}$ )

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 1.1 (t, 3H,  $\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ) 1.7 (s, 3H,  $-\text{CCH}_3$ ) 4.1 (q, 2H,  $-\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ) 5.2

(s, 2H,  $-\text{N}-\text{CH}_2$ ) 7.1~8.0 (m, 9H, aromatic)

Anal. Calcd. for  $\text{C}_{22}\text{H}_{19}\text{NO}_5$  : C 70.9, H 4.88, N 3.59

Found : C 70.7, H 5.04, N 3.35

**3-Methyl-3-ethoxycarbonyl-N-(4-piperidinomethyl)-2,3-dihydrobenz(f)indole-2,4,9-trione(II<sub>9</sub>)의 합성** - 3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I) 0.5 g(0.0018 mole)을 dioxane 50 ml에 가하여 녹인 후 4-aminomethylpiperidine 1.5 g(0.0136 mole)을 촉매인 triethylamine 0.4 ml와 함께 가하여 24시간동안 가열환류시켰다. 감압증류하여 용매를 제거하고 소량의 methanol을 가한 후 냉각시켜 생성된 순수한 황색 결정(II<sub>9</sub>)을 얻는다.

수득률 : 0.22 g (31%)

mp : 130°C (MeOH)

IR (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ) : 1730 ( $-\text{C}=\text{O}$ ) 3300 ( $-\text{NH}$ )

NMR (DMSO- $d_6$ ,  $\delta$ ) : 1.0~2.0 (m, 16H,  $-\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{CCH}_3$ , piperidine) 4.1 (m, 4H,  $-\text{COO}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $-\text{N}-\text{CH}_2$ ) 7.9~8.1 (m, 4H, aromatic)

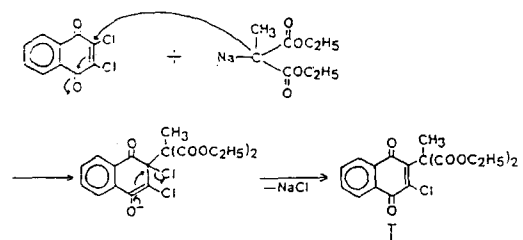
Anal. Calcd. for  $\text{C}_{22}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_5$  : C 66.6, H 6.10, N 7.10

Found : C 65.7, H 6.66, N 7.85

## 결과 및 고찰

1. 2,3-Dichloro-1,4-naphthoquinone과 diethyl methylmalonate와의 반응 : 2,3-Dichloro-1,4-naphthoquinone과 diethyl methylmalonate를 sodium amide 존재하에 toluene중에서 반응시키면 active methylene group이 scheme II와 같이 친핵성 치환반응을 일으켜 화합물(I)을 얻었다.

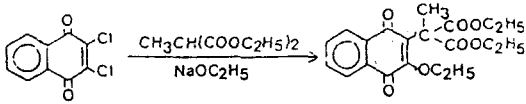
Diethylmalonate와 ethylacetate의 경우에는 sodium ethoxide존재하에서 목적하는 한개의 할로젠과 치환반응이 일어났으나 본 실험에서는 다음 구조식과 같이 나머지 다른 한개의 chloro기가 ethoxy기와 치환



Scheme II

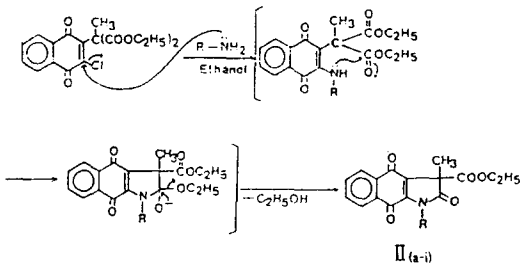
반응을 일으킨다는 사실을 NMR 및 Beilstein test에 의한 chloro기의 negative반응으로 확인하였다.

본 실험에서는 toluene중에서 sodium ethoxide 대신 sodium amide를 사용하였으며 생성된 화합물 (I)의 구조는 IR, NMR spectrum으로 확인하였고, chloro기는 Beilstein test에 의해 확인하였다.



2. 3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I)과 amine류와의 반응 : 3-Chloro-2-(1-methyl-1-diethoxycarbonyl)-methyl-1,4-naphthoquinone(I)과 amine류를 반응시키면 scheme III과 같이 친핵성 치환반응이 일어나 화합물 II<sub>(a-i)</sub>가 생성되었다. 이때 분자내 고리화반응이 일어나기 이전의 중간체 화합물은 분리할 수 없었다.

생성된 화합물의 II<sub>(a-i)</sub>의 구조는 IR, NMR spectra, 원소분석에 의해 확인하였다. Amine류의 치환기 R에 따라 수득률과 반응시간에 차이를 볼 수 있었다. 즉 치환기 R의 측쇄가 커질수록 입체장애에 의해 장시간의



Scheme III

반응을 요했고 수득률도 낮았다.

감사의 말씀

본 연구는 이화여자대학교 이화연구비로 수행되었기에 이에 감사하는 바입니다.

문헌

- 1) Omura, S., Nakagawa, A., Zamada, H. and Hata, T. : Structures and biological properties of Kinamycin A, B, C and D. *Chem. Pharm. Bull.* **21**, 932(1973)
- 2) Janos, B. : CRH Handbook of Antibiotic Compounds 3, CRC Press, Inc., p. 229 (1981).
- 3) Wurm, V. G., Geres, U. and Schmit, H. : Untersuchungen an 1,4 naphthoquinone. *D. Apotheker Zeitung* **43**, 2045 (1980).
- 4) Rehse : Gerinnungsaktiviatat von Calophylloid. *Arch. Pharm.* **312**, 72 (1979).
- 5) Wurm, G. and Geres, U. : Zum Mechanismus der antianaphylaktischen Akitivitat des Plum-bagin: *Pharmazeutische Zeitung* **127**, Jahrgang Nr. 40., 2109 (1982).
- 6) O'Reilly, R. A. : In hemostasis and thrombosis, *J. B. Lippincott Comp.* 955 (1985).
- 7) Forth, W. : Pharmakologie und Toxikologie 3. *Bibliographisches institut, Manheim*, 270 (1981).
- 8) Nagai, S., Hirota, Y., Yorie, T., Hibi, T., Sato, K. and Yamamura, H. : 2-(Ureido or alkoxy-carbonylamino)-1,4-naphthoquinones as agricultural fungicides. *Jpn. Kokai Tokyo Koho* **79**, 39058 (1979).
- 9) Robert, K. Y., Zee-Cheng, Podrebarac, Eugene, G., Menon, C. S. and Cheng, C. CC. : Structural Modification study of bis (substituted aminoalkylamino) anthraquinones. *J. Med. Chem.* **22**, 501 (1979).
- 10) Petersen, S., Gauss, W., Kiehne, H. and Juehling, L. : Derivatives of 2-amino-1,4-naphtho-quinone as carcinostatic agents. *Z. Krebsforsch* **72**, 162 (1969).
- 11) Silver, R. F. and Holmes, H. L. : Synthesis of some 1,4-naphthoquinones and reaction relating to their use in the study of bacterial growth inhibition. *Canadian J. Chem.* **46**, 1895 (1968).
- 12) Pindur, U., Haber, M. and Sattler, K. : Antitumor or Drugs as DNA-Intercalators. *J. Chem. Education* **70**, 263 (1993).
- 13) Moore, M. H., Hunter, W. H. and Kenrad, O. : DNA-Drug Interactions. *J. Mol. Biol.* **206**, 693 (1989).
- 14) Lee Ji-Young and Suh Myung-Eun : Synthesis

- of benz(f)indole-4,9-dione derivatives. *Yakhak Hoeji* **34**, 15 (1990).
- 15) Shin Sang-Hee and Suh Myung-Eun : Synthesis of benz(f)indole-4,9-dione derivatives via intramolecular cyclization. *Yakhak Hoeji* **35**, 1991.