

## 당근과 시금치 저장에 있어서 자몽종자추출물의 항균효과

김미경 · 박미숙 · 최선옥 · 박해룡 · 황용일\*

경남대학교 식품생명공학부

Received December 2, 2004 / Accepted January 28, 2005

**Antimicrobial Effect of Grapefruit Seed Extract on Preservation for Carrot and Spinach.** Mi-Kyung Kim, Mi-Suk Park, Sun-Uk Choi, Hae-Ryong Park and Yong-Il Hwang\*. *Division of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University, Masan 631-701, Korea* – In order to preserve the freshness of vegetables and to reduce the rate of decay, grapefruit seed extract (GFSE), a natural microorganism growth inhibiting agent, was applied during the preservation process of heat treated carrot and spinach. To investigate synergic effect of heat and GFSE treatment, carrots and spinaches were treated with or without 10 ppm of GFSE at 70°C. Surface color, texture and microbial counts of the samples were measured during storage at 4°C. GFSE showed an effective inhibitory activity against aerobic bacteria and yeast which might be involved in the decay of vegetables. Heat treatment at 2 min at 70°C could also well preserve the color and texture of the vegetables. From the results, optimal concentrations of GFSE were 10 ppm and 50 ppm with heat treatment of 2 min 70°C for the growth inhibitory effect to aerobic bacteria and yeast and preservation of color and texture.

**Key words** – grapefruit seed extract, growth inhibitory effect

최근, 산업의 국제화 및 개방화, 전통 식생활의 변화, 소득 증가, 산업의 고도화 및 조직화, 핵가족의 진전, 도시화 확대, 노년층 인구증가, 식품관련 지식의 증가와 같은 여러 가지의 주변 환경여건의 변화로 식품에 대한 구매성향은 점차 변화되어 가고 있다. 이러한 환경의 변화에 따라 최근 식품소비에 있어서의 뚜렷한 변화는 종전의 영양성 위주에서 건강 지향성으로 바뀌어져 가고 있는 실정이다. 식품관련 지식이 각종 매체를 통하여 보급됨에 따라 소비자의 건강지향적 성향이 식품의 선택에도 커다란 영향을 미쳐 신선한 과일과 채소류의 수요 잠재력이 더욱 증대되고 있는 것으로 판단되어진다. 그러나 이러한 과일과 채소류의 경우 조직의 세포가 살아 있어서 수확 후 저장 중에 호흡작용, 증산작용 등의 생리작용뿐만 아니라, 곰팡이를 비롯한 식물병리미생물의 오염 및 성장으로 부패현상을 일으키고 과일과 채소류 자체의 경도가 저하되며, 수분, 비타민, 유기산, 당분, 색소함량 등이 감소하여 맛, 신선도 등이 저하되어 저장성이 떨어지는 특징이 있다[1]. 그래서 식품 자체의 고유한 신선도 변화를 최소화하면서도 이용이 편리하도록 가공 처리하여 소비자에게까지 유통되는 방법과 그 유통되는 기간을 연장하는 방법을 찾기 위한 연구가 계속되고 있다[2,14].

현재 초기 감염 미생물 수를 줄이고, 그 미생물의 증가를 억제시켜 과일과 채소류의 유통기간을 연장시키는 방법으로 사용되어지는 항균보존료로는 안식향산, 소르빈산, 프로피온산 나트륨, dehydroacetic acid 등이 있지만, 독성이 강하여

사용량과 사용용도에 대해 법적으로 규제되고 있을 뿐 아니라 잔류독성의 문제까지 야기하고 있다. 따라서 독성이 없으면서 살균력이 있는 항균제의 개발이 필요했고, 개발된 천연 항균제로는 여러 가지 식물의 추출물질, 특정 단백질 및 효소, 유기산 등이 있다[8,10]. 여러 가지 살균력을 가진 천연 항균 보존료 중에서 GFSE (Grapefruit seed extract : 자몽종자추출물)는 항균, 항진균, 항산화 효과가 있다고 발표되었으며, 독성 실험에서는 안식향산나트륨, 솔빈산 칼륨에 비해서 거의 독성이 없는 것으로 확인되었다[3,4,11,13]. 특히, GFSE의 성분 중 ascorbic acid, ascorbyl palmitate 및 tocopherol 등이 부패성 및 병원성 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능을 약화시키고 효소활성을 억제한다고 하였고[5,6], DNA/RNA에서 비롯되는 세포증식 기작을 방지하여 세균, 효모 및 곰팡이 등에 살균효과를 나타내며 곰팡이의 생육 및 독소합성에 저해효과를 가진다고 보고한바 있다[7,9,12]. 따라서 본 연구에서는 GFSE의 천연 항균작용으로 세균 및 진균류 등 폭넓은 범위에서 높은 살균력을 가지고 있으며, 인체에 무해하고 산패를 방지하는 성질을 소유하고 있다는 여러 가지의 연구보고에 기초를 두고 식품의 저장성을 연장하기 위한 천연 보존제로서의 GFSE를 이용한 채소류의 저장성 향상에 대하여 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 시료의 GFSE 처리

본 실험에서 사용한 GFSE는 에프에이뱅크사의 DF-100 (100%)을 사용하였으며 실험을 위하여 사용한 당근과 시금치는 가능한 상해가 없는 것으로 마산의 재래시장에서 구입

\*Corresponding author

Tel : +82-55-249-2685, Fax : +82-55-249-2995

E-mail : yihwang@kyungnam.ac.kr

하였다. 시금치와 당근을 다듬은 후 당근은 가식부를 세로로 5 mm의 일정한 두께로 세로로 절단하여 사용하였다. 이들 손질된 시금치와 당근을 수돗물로 씻은 후에 100 ppm의 염소수에 수침 처리하여 이후 여분의 수분을 충분히 제거하여 실험재료로 이용하였다. 각 시료 100 g을 GFSE를 처리하지 않은 시료를 대조구로 하고, 실험구의 시료들은 GFSE 10, 50 및 100 ppm으로 조제된 용액에 3분간 수침 한 다음 건져서 열처리에 견딜 수 있는 공압출다층필름 C5045 (Cryovac, 미국)에 담아서 포장하였다. 포장의 크기는 당근의 경우 10 × 10 cm, 시금치의 경우는 15 × 15 cm의 것을 사용하였다. 포장 내 환경에 의한 미생물 및 품질 변화를 최소화하기 위하여 당근과 시금치가 포장된 포장지에 지름 3 mm의 구멍을 네 개씩 뚫어 공기의 흐름을 원활하게 하였다. 각 실험구는 70°C로 조절된 열탕에서 2 분간 처리 후 상대습도 90%의 4°C chamber에 저장하면서 실험에 사용하였다.

### Texture 및 색도측정

Texture는 RheoMeter (CR-100D, Sun scientific, 일본)를, 색상은 Color Difference Meter (JC 801, Color techno system, 일본)를 이용하여 명도(L 값)를 측정하였다. Texture를 측정할 시에는 시료의 일정한 부분을 사용하여 두께 0.26 mm의 칼날에 의하여 절단 될 때의 힘을 측정하였으며 색상을 측정할 시에는 시료 그대로를 사용하는 당근의 경우와는 달리 시금치의 경우에는 앞의 뒷면을 측정 cell에 담아서 측정하였다.

### 미생물조사

시료 10 g과 멸균수 90 ml을 stomarker bag에 담고 stomarking하여 미국 Difco Lab. 제품의 potato dextrose agar배지(이하 PDA배지)와 plate count agar배지(이하 PCA배지)에 적절하게 희석하여 각각 도말 하였다. PDA 배지에서는 yeast를, PCA 배지에서는 *Bacillus* sp. 등의 호기성균을 측정할 목적으로 사용하였다. 희석 액이 도말 되어진 PDA 배지는 yeast의 특징에 맞게 30°C incubator에서 배양하고 PCA 배지는 호기성균의 특징에 맞게 37°C incubator에서 24 시간 배양하였으며 이 후에 cell counting 작업을 통해 균의 증식 정도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 열처리 온도 및 시간

GFSE는 세균을 비롯한 진균류에 대한 항균작용이 있다는 것은 여러 실험적인 결과가 보고되어져 왔다[2]. GFSE의 항균작용이 많은 주목을 받고 있는 이유는 우선 자연에서 유래된 천연살균제로서 개발 가능성이 크며 다른 천연항균제보다 탁월한 항균력을 가지고 있기 때문이다[3]. 본 연구에서는 지금까지의 연구결과를 토대로 하여 당근 및 시금치의 GFSE

처리 및 열처리에 따른 색상 및 texture, 호기성 세균 및 yeast의 생육정도를 관찰하고 최적의 열처리 조건과 GFSE의 처리 농도를 정하기 위해서 먼저, GFSE를 처리하지 않은 시료를 대조구로 하고, GFSE 10 ppm으로 처리한 대조구에 대해서 70°C와 90°C에서 각각 2 분간 열처리하여 저장하면서 변화를 관찰한 결과, 당근과 시금치의 색(명도; L 값)과 texture는 90°C에서 가열한 경우 열처리에 의하여 저하가 심하였으며 70°C의 경우에는 변화가 거의 없었다(결과 미제시). 즉 GFSE를 첨가하고 70°C에서 2 분간 가열처리를 하였을 때 당근과 시금치 색택의 변화가 가장 없었고, texture의 변화와 연관 지어봤을 때 당근과 시금치의 저장성은 GFSE첨가 후 70°C에서 2분 간 열처리가 뛰어나다는 결론을 얻을 수 있었다.

### GFSE 처리 농도에 따른 색택 및 미생물생육의 변화

앞에서 GFSE 10 ppm 침지와 70°C 2분의 가열처리가 저장성 증가에 직접적인 효과가 있음을 알 수 있었다. 이들 결과로부터 열처리조건을 70°C 2분으로 고정하고 GFSE 처리 농도를 달리하여 저장성 실험을 실시하였다. Fig. 1과 2의 결

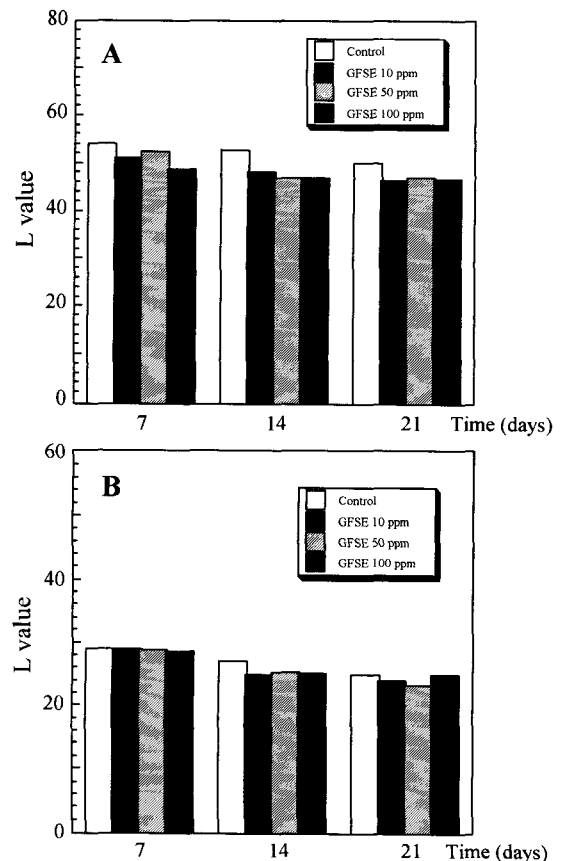


Fig. 1. Color (L) change of carrot (A) and spinach (B) treated by different concentrations of GFSE. The vegetables were stored at 4°C after heat treatment at 70°C for 2 min.

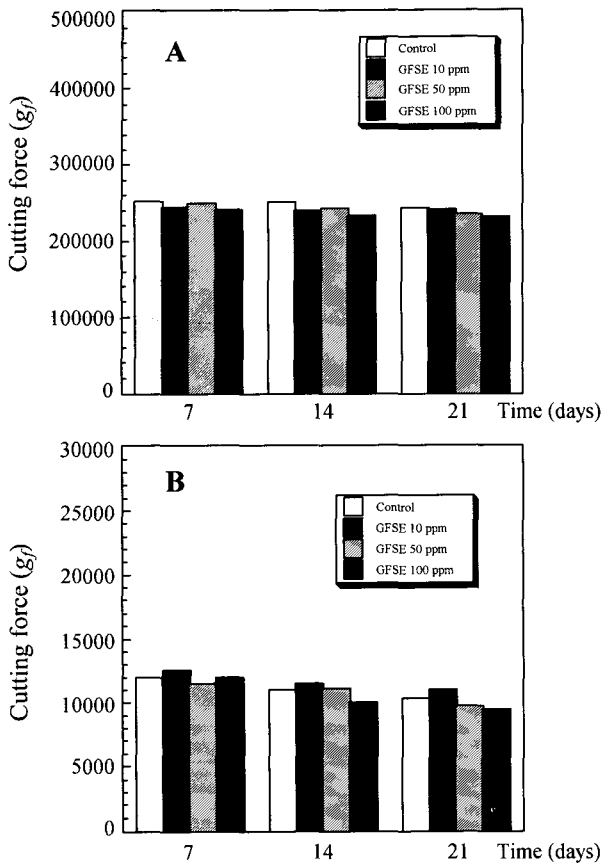


Fig. 2. Texture change of carrot (A) and spinach (B) treated by different concentrations of GFSE. The vegetables were stored at 4°C after heat treatment at 70°C for 2 min.

과에서 보는 것과 같이 색택 및 texture에서 당근 및 시금치 모두 처리구간에 별 차이가 없었다. 즉 GFSE의 농도와 관련하여 색상과 texture의 보존성은 그다지 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이는 비교적 낮은 GFSE 농도라도 시금치나 당근의 저장성에는 효과가 있음을 시사한다.

한편, *Bacillus* 등의 호기성균과 효모는 식품의 저장성과 가장 관련이 큰 미생물들로서 식품의 부패 정도와 생육 균수는 비례하므로 저장기간과의 상관관계는 쉽게 알아낼 수 있다. 본 실험에서는 GFSE의 농도에 따른 미생물의 생육억제 효과를 알아보기 위해 생균수를 측정하였다. Fig. 3은 저장 중 당근에서 미생물 생육을 측정된 결과이며 10 ppm 농도의 GFSE 처리로 세균이나 효모의 생육이 억제되는 결과를 나타내고 있다. 호기성 세균 및 효모의 증식에서 50 ppm 이상의 GFSE 처리가 탁월한 억제 효과를 보였으며 그 이상의 농도에서는 더 이상의 뚜렷한 효과를 관찰하기는 힘들었다. Fig. 4는 시금치의 미생물수를 측정된 결과로서 당근과 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 즉 10 ppm의 GFSE 농도에서부터 미생물억제 효과가 나타났으며, 50 ppm 이상에서 뚜렷한 효과가 얻어졌으며 더 이상의 농도에서는 더 이상의 분명한 효과는

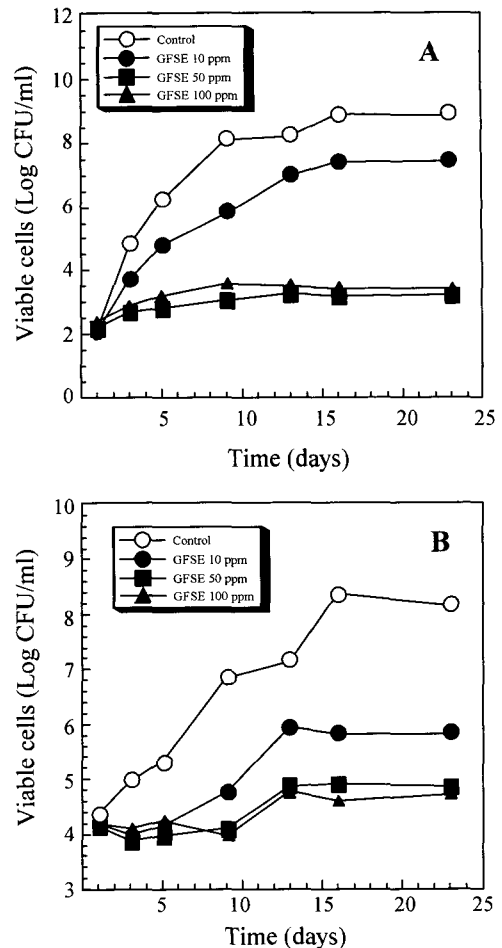


Fig. 3. Growth of aerobic bacteria (A) and yeast (B) on carrot treated by different concentrations of GFSE. The vegetables were stored at 4°C after heat treatment at 70°C for 2 min.

보이지 않았다.

Fig. 3과 4의 B실험에서 10~100 ppm의 GFSE 농도에서 효모의 생육억제에 대하여 뚜렷한 차이를 초기 저장 5일간에는 관찰할 수 없으나 이후 저장기간이 연장되면서 농도에 따른 생육억제도가 차이가 남을 알 수 있다. 이러한 현상은 대장균과 효모를 이용한 예비실험에서 5 ppm이상의 GFSE 첨가농도 하에서 배양초기(대장균의 경우 5시간까지, 효모의 경우 10시간까지)에는 생육이 억제되나 이후부터 농도에 따라 생육도가 달라짐을 알 수 있었다. 이러한 현상은 저농도의 GFSE 존재 하에서는 미생물이 GFSE에 대하여 적응한 이후 생육이 회복되는 것으로 추측되나[7,9,14] 추가적 실험이 필요할 것으로 사료된다.

이상의 실험결과로부터 당근이나 시금치의 저장성은 열처리 조건에 따라 조직이나 색상의 변화에는 직접적인 영향이 될 수 있으나 GFSE의 농도와는 무관한 것으로 사료된다. 시금치나 당근을 이용한 채소류의 저장성 실험 결과로부터 10 ppm 이상의 GFSE첨가와 아울러 70°C에서 2분 정도의 처

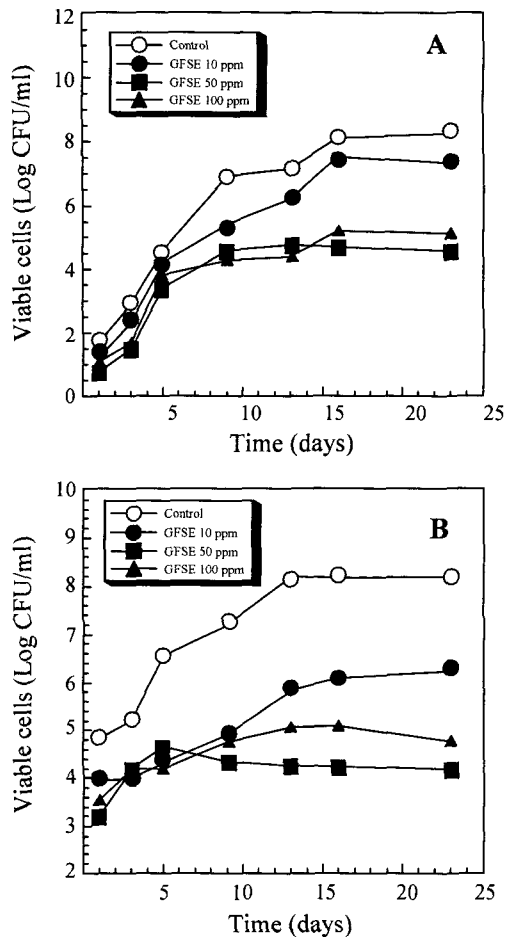


Fig. 4. Growth of aerobic bacteria (A) and yeast (B) on spinach treated by different concentrations of GFSE. The vegetables were stored at 4°C after heat treatment at 70°C for 2 min.

리로 미생물 생육억제효과를 거둘 수 있을 것으로 예상된다.

## 요 약

본 연구에서는 천연 항균제 GFSE를 이용하여 적절한 온도 하에서 당근과 시금치의 저장성 향상에 대한 효과를 보았다. 먼저, 70°C 및 90°C에서의 당근과 시금치의 열처리에 대한 영향과 아울러 GFSE 첨가시의 효과에 대한 예비 실험을 실시한 결과, 당근과 시금치의 경우 GFSE첨가에 관계없이 70°C에서 2 분간 열처리 하였을 때 비교적 정상적인 색상과 texture 유지 및 미생물의 생육억제 가능성을 나타내었다. 이들 예비실험으로부터 이후 열처리는 70°C에서 고정하고 GFSE의 농도별 영향을 실시한 결과, GFSE를 10 ppm 이상 첨가한 경우 당근이나 시금치 모두 4°C에서 저장 17일 까지 호기성세균 및 yeast의 성장을 억제하는 효과를 보였으며 특히 50 ppm 이상에서는 뚜렷한 억제 효과를 보였다. 당근과 시금치의 다양한 농도의 GFSE 첨가와 아울러 70°C 2 분간

처리는 이미 1차 실험에서와 같이 색상 및 조직의 변화에는 영향이 없었다. 그러므로 잔류독성 문제가 대두되고 있는 화학 항균제가 아닌 천연 항균제 GFSE를 활용한 과일과 채소류의 저장성을 높인 상품을 개발함으로써 소비자들에게 호응을 얻을 수 있는 식품으로써의 개발이 가능할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 경남대학교 학술논문게재연구비 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. Cho, S. H., H. C. Lee, I. W. Seo, Z. U. Kim, Y. S. Chang and Z. I. Shin. 1991. Efficacy of grapefruit seed extract in the preservation of *Satsuma mandarin*. *Korean J. Sci. Technol.* **23**, 614-618.
2. Cho, S. H., I. S. Joo, I. W. Seo and Z. W. Kim. 1991. Preservative effect of grapefruit seed extract on fish meat. *Kor. J. Food Hygiene.* **6**, 67-72.
3. Cho, S. H., I. W. Seo, J. D. Choi and I. S. Joo. 1990. Antimicrobial and antioxidant activity of grapefruit and seed extract on fishery. *Bull. Korean Fish. Soc.* **23**, 289-296.
4. Cho, S. H., S. Y. Lee, J. W. Kim, G. H. Ko and I. W. Seo. 1995. Development and application of natural antimicrobial agent isolated from grapefruit seed extract: Antimicrobial activities of grapefruit seed extract. *J. Fd Hyg. Safety.* **10**, 33-39.
5. Choi, O. K., Y. C. Noh and S. Y. Hwang. 2000. Antimicrobial activity of grapefruit seed extracts and polylysine mixture against food-borne pathogens. *Korean J. Dietary Culture.* **15**, 9-15.
6. Giamperi, L., D. Fraternali, A. Bucchini and D. Ricci. 2004. Antioxidant activity of citrus paradisi seeds glyceric extract. *Fitoterapia.* **75**, 221-224.
7. Hegggers, J. P., J. Cottingham, J. Gusman, L. Reagor, L. McCoy, E. Carino, R. Cox, J. G. Zhao and L. Reagor. 2002. The effectiveness of processed grapefruit-seed extract as an antibacterial agent: II. Mechanism of action and in vitro toxicity. *J. Altern. Complement Med.* **8**, 333-340.
8. Ko, G. H., K. H. Lee and S. H. Cho. 1995. A safety test on grapefruit seed extract. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **24**, 690-694.
9. Lee, T., S. J. Jeong, S. Y. Lee, J. W. Kim and S. H. Cho. 1995. The inhibitory effect of grapefruit seed extracts on the physiological function of *Enterobacter pyrinus*. *Korean J. Sci. Technol.* **27**, 985-990.
10. Lopez, L., J. Romero and F. Ureta. 2002. *In vitro* germicide action of disinfectant products used in the food industry. *Arch. Latinoam. Nutr.* **52**, 74-76.
11. Reagor, L., J. Gusman, L. McCoy, E. Carino and J. P. Hegggers. 2002. The effectiveness of processed grapefruit-seed extract as an antibacterial agent: I. An in vitro

- agar assay. *J. Altern. Complement Med.* **8**, 325-332.
12. Sakamoto, S., K. Sato, T. Maitani and T. Yamada. 1996. Analysis of components in natural food additive "grapefruit seed extract" by HPLC and LC/MS. *Eisei Shikenjo Hokoku.* **114**, 38-42.
13. Xiong, H., Y. Li, M. F. Slavik and J. T. Walker. 1998. Spraying chicken skin with selected chemicals to reduce attached *Salmonella typhimurium*. *J. Food Prot.* **61**, 272-275.
14. von Woedtke, T., B. Schluter, P. Pflugel, U. Lindequist and W. D. Julich. 1999. Aspects of the antimicrobial efficacy of grapefruit seed extract and its relation to preservative substances contained. *Pharmazie.* **54**, 452-456.