

소주의 휘발성 향성분과 분석기술

I. 서론



박 승 국

〈경희대학교 생명과학부 교수〉

최근 들어 소주의 종류가 다양해지고 고급화되면서 소주에 함유되어있는 향성분에 대한 관심이 늘고 있다. 소주의 원료인 주정에는 “주정취”라는 좋지 않은 냄새가 존재하는 것은 이미 잘 알려져 있으나, 최종제품인 소주는 여러 단계의 정제과정을 거쳐서 제조되므로 주성분인 에탄올냄새 이외의 향성분이 존재한다는 사실에 대해서 다소 의아해하시는 분들도 계실 것으로 짐작이 된다. 소주는 주로 타피오카 또는 고구마 등 전분질이 대부분인 원료를 당화과정을 거쳐서 발효시킨 후에 증류로써 주정을 제조하고 이를 탈취와 희석과정을 거쳐서 만드는 희석식소주와, 주로 쌀 또는 보리 등의 곡류를 당화하여 발효 과정을 거쳐서 연속식 이외의 방법으로 증류를 하여 알코올 도수를 30도 이상으로 맞추는 증류식소주로 나눌 수 있다. 이외에도 소량의 증류식소주를 희석식소주에 첨가하여 원하는 품질의 소주를 제조하는 혼화소주도 있다. 요즈음 시판되고있는 희석식 소주제품의 특징은 한결같이 “부드럽고 깨끗한 맛”을 강조하고 있다. 깨끗하다는 것은 무색, 무취와 관련이 있으므로 탈취방법과 공정에 따라 다를 수 있고, 부드럽다는 것은 입안에서 느끼게 되는 감각적인 현상이므로써 주로 감미료와 같은 첨가제의 역할이나 물분자구조의 변화에 따른 현상이라고 볼

■ 目 次 ■

- I. 서론
- II. 본론
 - 1. 소주의 향성분
 - 2. 향성분의 생성과정
 - 3. 분석 기술과 분석 예
- III. 결론
- IV. 인용문헌

수 있다. 따라서 제조공정이나 유통과정에서 화학적으로 발생할 수 있는 좋지 않은 냄새물질의 경우를 제외하고는, 100% 희석식소주에서 에탄올이외의 냄새 또는 향성분이 존재할 가능성은 거의 없으나, 소주자체가 거의 무색 무취에 가까우므로 미량의 휘발성성분의 존재에 따라서도 품질에 큰 영향을 미칠 수도 있다. 물론, 쌀 또는 보리와 같은 곡류를 첨가하여 발효시킨 후 증류하는 과정을 거치는 100% 증류식소주와 증류식소주원료를 소량 첨가시킨 소주에는 과실향과 같은 향긋한 향이 코로써 충분히 느낄 수 있는 정도로 존재하므로 좋다고 느껴질 수도 있다.

소주를 즐기는 많은 분들은 단지 취하기 위해서, 아니면 소주의 극히 단순한 맛과 감각을 즐기므로 소주의 향에 대해서는 다소 무관심하거나 그리 예민하게 느끼지 못한다는 사실도 있을 수 있으나, 한편으로는 평소 즐기던 무취의 소주와는 달리 소주에서 은은하고 향긋한 향이 나면 다소 “청주냄새가 나는데”와 같이 이상하다는 느낌을 갖는 분도 있을 수 있다. 소주는 “무색, 무취의 맑고 깨끗한 알코올 음료”라는 기본적인 정의에서와 같이 소주의 향에 대해서는 현재까지 연구된 내용이 거의 없는 실정이다. 현재 소비자의 선호경향은 점차적으로, 또는 예상 밖으로 급격히 변화하고 있으므로 앞으로는 단순한 “부드럽고 깨끗한 맛”의 차원을 넘어서 보다 다양하고 좋은 향을 선호하는 시기가 올 수도 있다. 또한, 향에 대한 연구는 좋은 향 뿐만이 아니라 원하지 않는 좋지 않은 향의 화학적 정체에 대한 확인과 발생의 원인규명을 할 수 있는 매우 중요한 기술적 가치가 있으므로, 소주의 향을 정밀화학적으로 분석하여 연구하는 것은 소주의 품질을 향상 또는 개선하는 데에 매우 중요하다고 볼 수 있다. 본고에서는 소주에 함유되어있는 미량의 주요 향성분에 대해서 생

성기작과 최신정밀분석기술에 대해서 논하고자 한다.

II. 본 론

1. 소주의 향성분

이미 언급했듯이 국내에서 생산되는 소주의 휘발성향성분에 대한 연구는 아직 보고된 바가 없다. 단지, 필자가 1995년에 국내산 소주 7종과 북한산 소주 1종을 구입하여 Purge & Trap/Gas chromatograph-Mass spectrometer로 분석한 결과를 보면 국내산 소주의 주요 휘발성향성분은 효모에 의한 발효과정에서 생성이 되는 지방산과 지방산ethyl ester 그리고 amyl alcohol 등 fusel oil (또는 fusel alcohol)류가 대부분이다 (박승국, 1996). 즉, 국내산소주에는 주로 메탄올 또는 에탄올과 ester결합을 한 acetic acid ethyl ester, propanoic methyl ester, propanoic ethyl ester, acetic acid pentyl ester, butanoic methyl ester, propanoic acid butyl ester, acetic acid butyl ester, pentanoic acid methyl ester, hexanoic acid ethyl ester, octanoic acid ethyl ester 등이 검출되었다. 이러한 화합물 이외에도 비록 소량이지만 주류의 향에 영향을 미치는 화합물로서는 휘발성황화합물과 phenol계화합물이 있다. 그러나 이러한 화합물에 대한 고찰은 다음 기회로 미루겠다.

소주는 무색, 무취의 특성을 갖고 있으므로 되도록 주정의 특이한 냄새성분 이외에도 가능한 모든 냄새성분을 제거하기 위해 많은 노력을 기울인 것이 사실이다. 주정의 품질에 따라서 여러 단계의 탈취공정을 거쳐야 할 경우에는 탈취비용과 시간이 더 들 수 있으며, 비록 탈취공정을 거쳤다 해도 최종제품에 좋지 않은 냄새가 날 수도 있으므로 주정의 정제 또는 탈취과정 중의 시료를 정밀 분석하는 것

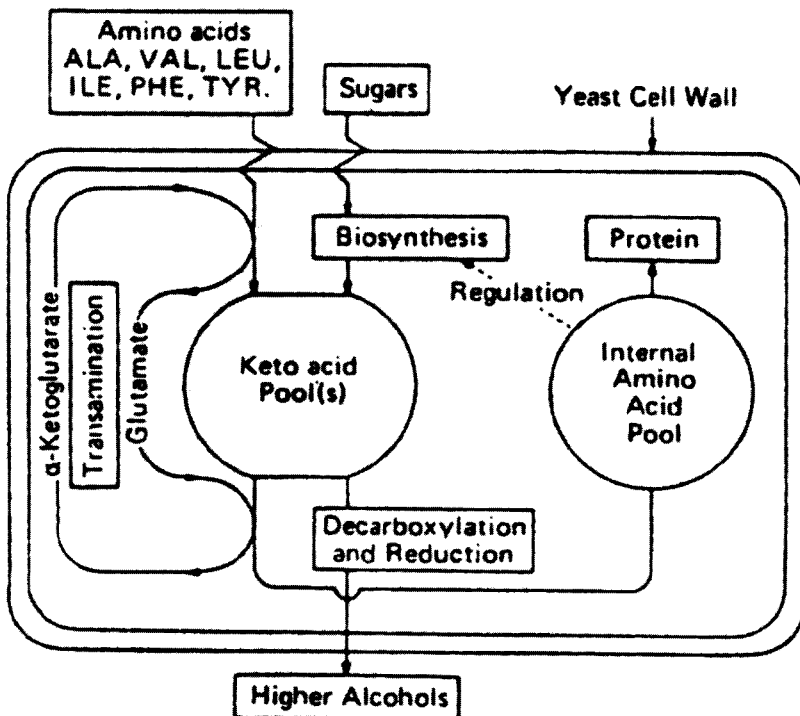
과 최종제품에 남아있는 향성분의 정체와 양을 분석하는 것은 경제적으로 품질적으로 매우 중요하다고 할 수 있다.

2. 향성분의 생성과정

1) Fusel alcohol (fusel oil): 무색, 무취가 소주의 기본적인 특색이므로 완벽하게 냄새를 제거하기 위한 목적으로 여러 가지 종류의 탈취제와 방법을 사용하고 있다. 그러나 탈취 공정에서 완벽하게 제거되지 않았거나 또는 비록 미약하나마 경우에 따라서는 어느 정도 향긋한 향을 함유하는 것이 좋을 수도 있다. 최근의 몇몇 증류주 혼합소주에서와 같이 fusel alcohol과 ethyl ester계통의 비교적 과일과 같은 향긋한 향이 많이 있는 증류주를 섞어서 결과적으로 강도는 낮지만 향긋한 과실

향이 나는 경우도 종종 있다. 소주에서 숫자적으로나 양적으로 가장 많이 생성되는 화합물은 fusel alcohol, 지방산, 지방산결합ester 등이다. 물론, 이러한 화합물의 종류나 생성 정도는 효모의 종류와 발효조건에 따라서 매우 큰 영향을 받는다. 소주에서 검출된 휘발성 성분 중에서 fusel alcohol은 그림 1 과 같은 대표적인 경로를 거쳐 생성되는 것으로 알려져 있다 (Ayrappa, 1973). Alanine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, tyrosine 등의 아미노산이 효모의 세포막을 통하여 세포의 내부로 침투하며 이때의 침투 정도는 침투물질의 극성정도(lipophilicity), 분자의 크기와, 분자구조에서 가지(branching)의 정도에 따라 다르다. 일단 세포 내로 침투된 화합물은 발효과정에서 여러종류의 향화합물로 전환이 된다.

[그림 1] 효모에서 아미노산들이 Fusel Alcohol로 생성되는 과정 (Ayrappa, 1973).

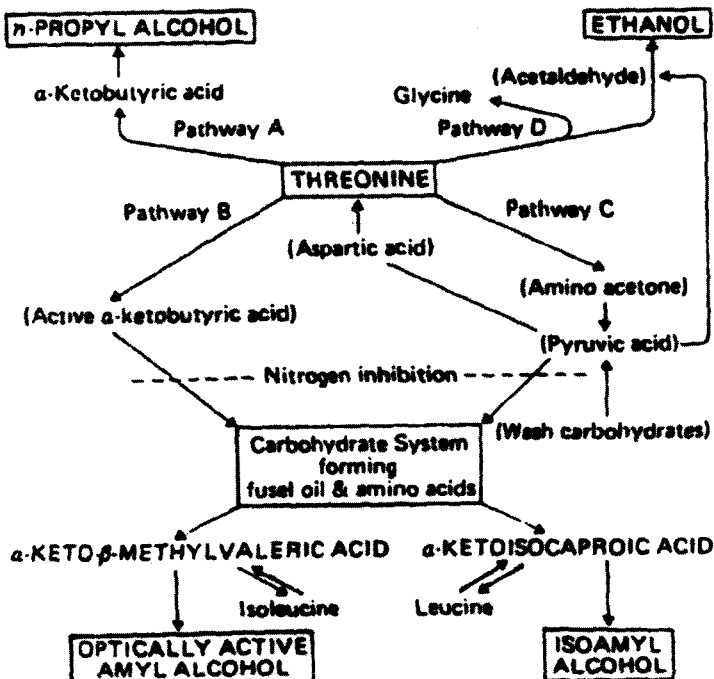


Fusel alcohol은 분자량이 큰 알코올화합물의 총칭으로서 생성과정은 아직도 100% 명확하게 알려져 있지 않으나, 아미노산이 효소에 의해서 탈아민과 탈카복실 과정을 거쳐서 남은 화합물로 추정되고 있다. 그림 2는 소주에서 많은 양이 발견된 fusel alcohol인 isoamyl amyl alcohol과 active amyl alcohol의 생성 경로를 나타낸 것이다. 즉, leucine은 아민과 카복실기의 이탈로 isoamyl alcohol이 되며, isoleucine은 active amyl alcohol로 변환된다. 일반적으로는 발효액에 아미노산이 없는 것보다는 많을수록 많은 양의 fusel alcohol이 생성되기는 하지만, fusel alcohol을 생성하기 위한 조건은 효모의 종류, 발효조건, 발효온도, 발효액의 조성 등의 복잡한 인자가 관련된다.

2) 지방산과 지방산ester: 지방은 효모에서 그림 3에서와 같은 경로를 통해서 합성이 되고 있다. 지방산합성의 첫 단계는 pyruvic acid가 탈카복실되어서 만들어지는 acetylcoenzyme A의 합성이며 효소인 carboxylase의 영향에 의해서 malonyl-coenzyme A가 생성된다. 길이가 길어서 분자량이 큰 지방산은 acetylcoenzyme A, malonyl-coenzyme A와 NADPH에 의해서 생성되게된다. 알코올음료에서 효모에 의해서 합성되는 지방산의 구성은 그리 잘 알려져 있지 않다. 그러나 맥주의 경우에 혐기성과 호기성효모에 따라서 생성되는 지방산의 구성에 매우 큰 차이가 있다는 것이 보고되어 있다 (Suomalainen과 Nykanen, 1967).

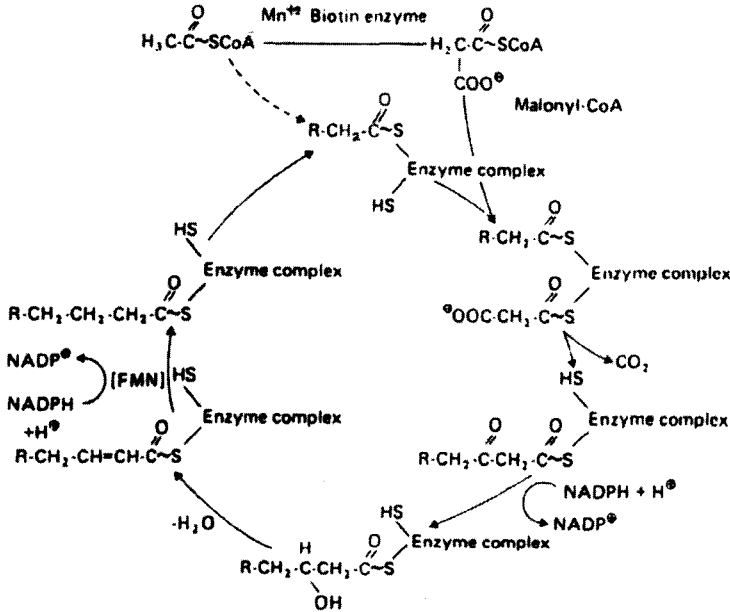
또한, 지방산의 생성은 발효온도에 영향을 받는데 높은 온도 (30도) 에서 보다도 낮은

[그림 2] Fusel alcohol의 생성에 관여하는 threonine과 isoleucine의 대사경로 (Suomalainen & Nykanen, 1967).



[그림 3]

발효시 효모에 의한 지방산의 생성경로.



온도 (10도) 에서 더 많은 양의 지방산이 합성됨이 확인되었다 (Suomalainen과 Lehtonen, 1979).

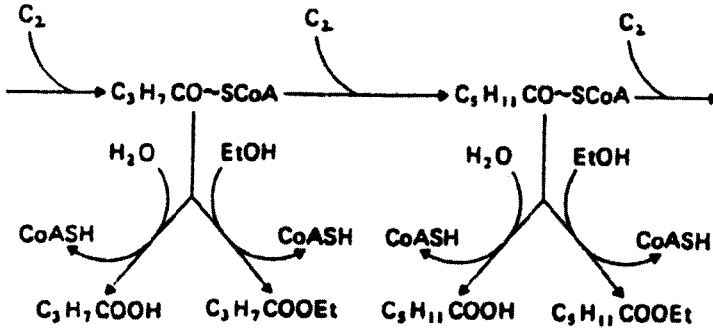
지방산과 alcohol이 ester 결합을한 화합물은 효모가 생성한 향화합물 중에서도 가장 많은 양을 차지하고 있다. 지방산ester는 지방산의 합성경로와 유사하며 그림 4 와 같은 경로로 합성이 되어진다. 지방산Ester의 합성시에는 지방산의 합성에서와 같이 coenzyme A가 필수요소이다. α -Ketoacid는 산화적탈카복실 반응의 결과로써 acyl-coenzyme A로 되고, pyruvic acid는 탈카복실에 의해서 acetyl coenzyme으로 된다. acyl-coenzyme A는 acyl group의 alcoholysis에 의해서 ester결합을 형성하게 된다. 알코올음료, 특히 위스키에서와 같이 강한 향을 갖는 증류주에는 ester를 비등점에 따라서 저비점, 중비점, 고비점 등 3가지로 구분 할 수 있다. 저비점ester는 gas chromatogram에서 isoamyl alcohol이전에 나오는 ester로써 ethyl, isobutyl, isoamyl alcohol까지로 구분하고 이들

을 과실ester라고 한다. 중비점ester는 ethyl hexanoate (hexanoic ethyl ester) 와 phenethyl ester사이에 나오는 ester로서 주로 octanoic ethyl ester, decanoic ethyl ester가 주요 ethyl ester이다. 고비점ester는 phenethyl ester이후에 나오는 화합물로써 myristic, palmitic, palmitoleic acid의 ethyl ester가 주요성분이다. Ester의 생성량은 효모의 종류에 따라서 많은 영향을 받는다. 예를 들어, Hansenula anomala 와 Candida krusei효모는 Schizosaccharomyces pombe보다도 적은 양의 ester를 만드는 것으로 알려져 있다 (Suomalainen과 Lehtonen, 1979). 또한 증류시에 증류액에 yeast가 동시에 존재 할 경우에는 더 많은 양의 octanoic, decanoic, palmitoleic acid 등의 ester가 만들어 지는 것으로 알려져있다.

3. 분석 기술과 분석 예

소주의 휘발성성분은 두 가지로 구분할 수

[그림 4] 발효시 효모에 의한 고급지방산 및 ethyl ester의 생성경로.



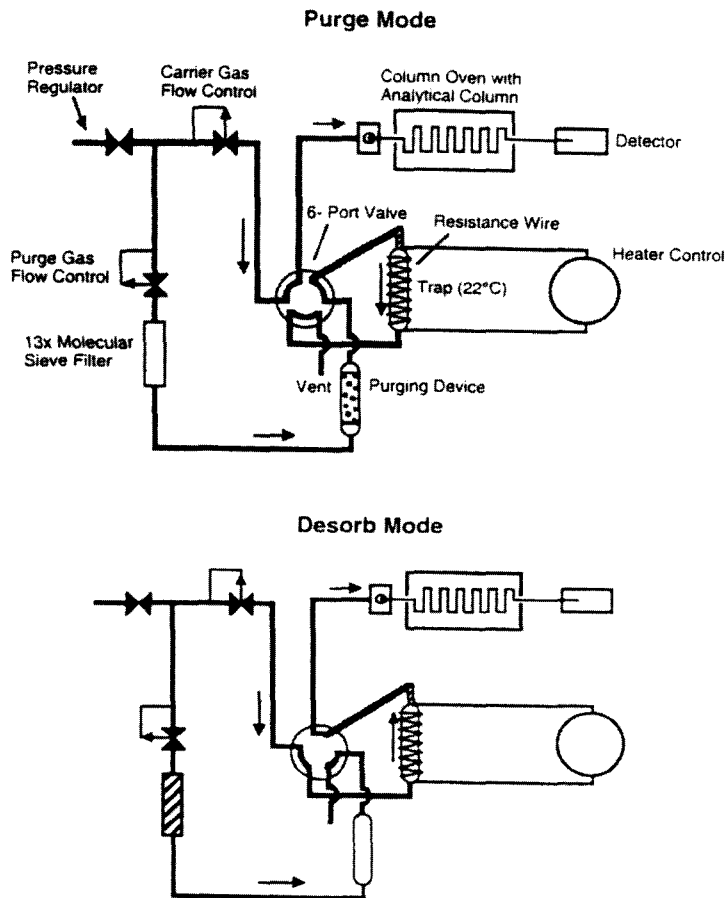
가 있다. 하나는 휘발성이 높은 반면에 실제 느끼는 향에는 영향이 거의 없는 에탄올 등의 무향의 알코올과 반면에 향의 농도가 ppb 또는 ppt로 매우 낮으나 실제 느낄 수 있는 향성분이 있다. 소주의 향을 분석하는 데에 어려운 문제중의 하나가 바로 이러한 휘발성성분의 상대적인 농도의 차이가 매우 크다는 것이다. 따라서 향에 영향을 미치지 않는 많은 양의 알코올을 제외하고 극미량의 향성분만을 소주로부터 선택적으로 분리하여 분석하는 것이 가장 이상적이나 쉽지가 않으므로 소주로부터 휘발성화합물을 분리시에 가능한 에탄올의 영향을 최소화하는 것이 좋다. 다음은 소주의 향을 정밀분석하기에 가장 적합하다고 생각되는 3가지 시료처리 방법에 대한 설명이다. 다음의 3가지 방법이외에도 소주를 포함한 일 반식품의 향성분을 분석하는 데에 응용할 수 있는 방법들은 이미 잘 알려져 있다 (박승국, 1991, 1992).

1) Purge and Trap (PT) 방법: PT방법은 원래 음용수에 함유되어 있는 유기용매성분이나 또는 잔유농약과 같은 극미량의 유해성분을 효과적으로 농축하기 위하여 개발된 시료 처리장치이다. 현재, 사용되어지고 있는 PT는 제작회사에 따라서 여러 가지 종류가 있으나

각각마다 장단점이 있다. 그중 한가지는 그림 5에서와 같으며, 작동의 원리는 소주 등 액상의 시료를 특수하게 제작된 용기(purging device)에 넣고 냄새를 제거한 정제된 가스(purge gas)를 연속적으로 용기에 불어넣어서 시료에 함유되어있는 향화합물 등의 유기물질을 액상시료로부터 물리적으로 이탈시킨 후에 이를 Tenax TA라는 흡착관(trap)에 연속적으로 흡착시키고, 흡착이 완료된 후에는 흡착관에 약 250도의 열을 급속히 가하여 열에 의해서 흡착된 유기화합물이 탈착되어 바로 GC의 분리용 column으로 주입이 되도록 하는 장치이다. PT는 소주에 존재하는 미량의 향성분의 농축에 매우 유용하게 사용할 수 있는 장점이 있으나, 가격이 비싸고 (약 2,000-3,000만원), 사용 및 유지관리가 어렵다는 단점이 있다. 자동 on-line Purge & Trap장치를 구입하기가 어려운 경우에는 그림 6과 같이 실험실에서 간단한 장치를 만들어서 쓸 수도 있다. 이 방법은 흡착 trap에 흡착,농축된 향을 ether 등의 유기용매로써 용출하여 용출된 향을 다시 농축하여 주사기로 GC에 주입하여 분석하는 기술이다. 필자는 소주 8종을 자동 on-line Purge & Trap농축장치를 사용하여 capillary GC-MS로 분석하였으며 (박승국, 1996) 그중 3종 소주에 대한 결과가 그림 7에 있다. 각

[그림 5]

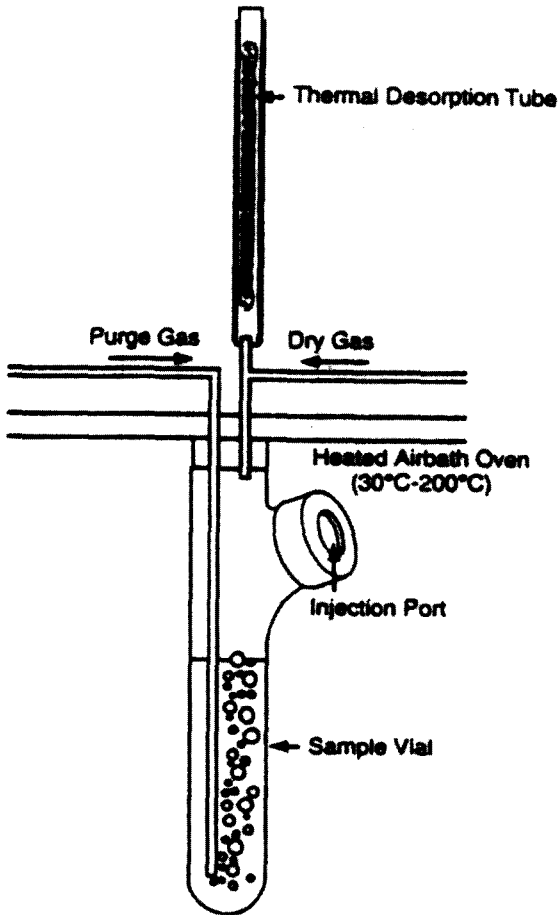
Purge & Trap System



성분에 대한 정체는 표 1에 있다. 분석된 소주의 향성분은 약 30가지 이상이나 이중에서 GC-MS를 이용하여 확실하게 동정된 화합물은 21가지이었다. 나머지 9가지 검출된 성분은 GC-MS 만으로는 확인이 어려운 화합물이었다. 확인된 화합물 중에서 특히 소주의 향에 영향을 미치는 화합물은 acetic acid ethyl acetate, propanoic acid methyl ester, propanoic ethyl ester, acetic acid pentyl ester, butanoic acid methyl ester, butanoic acid ethyl ester, propanoic acid butyl ester, acetic acid butyl

ester, pentanoic acid methyl ester, hexanoic acid ethyl ester, octanoic acid ethyl ester 등으로써 지방산ester화합물이 주류를 이루고 있다. 이외의 향성분들은 코로써 느낄 수 있는 최소 감지농도 (sensory threshold) 가 높아서 시료에서 검출된 양으로는 소주의 전체적인 향에 그다지 크게 영향을 미친다고 보기가 어렵다. 몇가지 대표적인 ethyl ester의 최소감지농도를 살펴보면 (Pigott and Findlay, 1984), acetic acid ethyl ester (5.9ppm), propanoic acid ethyl ester (1.9 ppm), butanoic acid ethyl ester

[그림 6]



(0.018 ppm), acetic acid butyl ester (0.46) 으
로써 특히, butanoic acid ethyl ester는
0.018ppm (18 ppb)의 낮은 농도로써도 과인에
플과 같은 과일냄새가 난다.

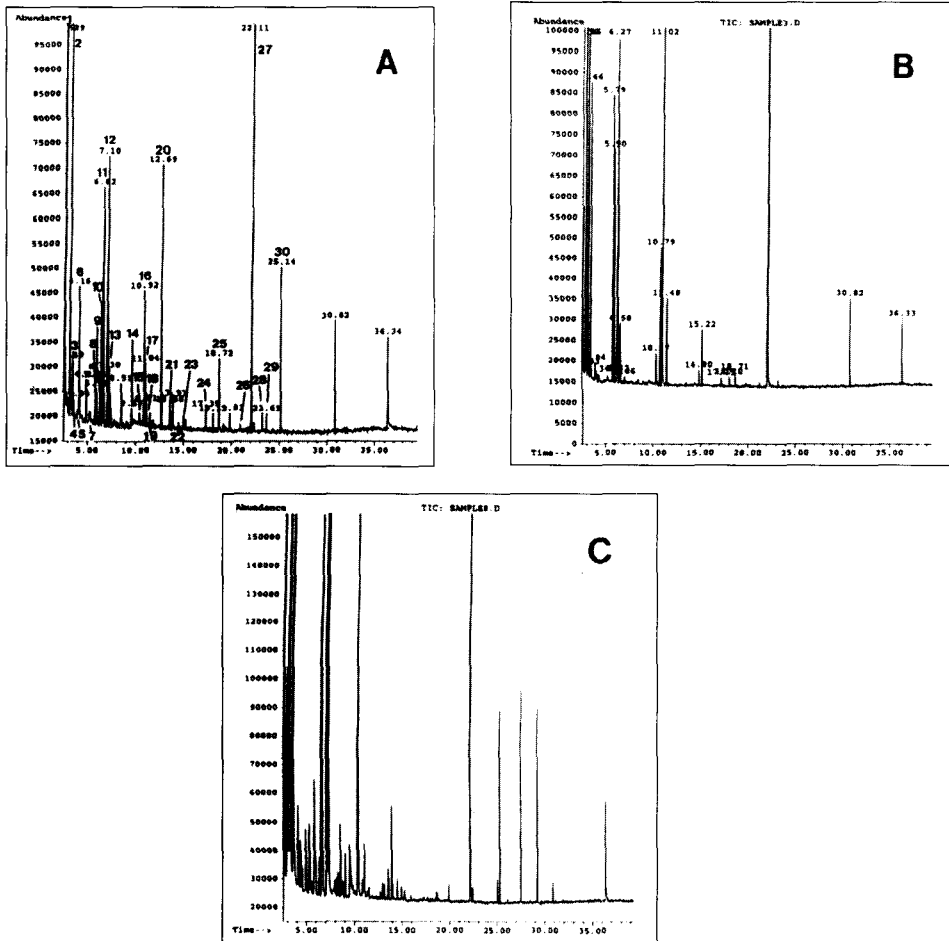
3종의 소주에서 J사 D소주 (그림 7, A) 는
일반적인 수준의 향성분이 검출되었으며 총농
도는 572.1ppb로써 관능적으로 예민한 사람은
매우 약한 향긋한 향을 느낄 수 있으나, 일반
적으로는 에탄올 이외의 다른 여타의 냄새를
감지하기 어려운 정도의 향이 검출되었다. D
사의 G소주(그림 7, B) 는 향성분의 총량이
101 ppb로써 분석된 국내산 소주 중에서 가장
낮은 농도를 보였다. 실제 관능적으로도 에탄

올냄새 이외에는 다른 냄새를 감지할 수
없을 정도로 완벽에 가까운 탈취공정을
거쳤다고 볼 수 있다. 평양소주 (그림 7,
C)에는 국내산 소주에서 보다는 많은 양
의 휘발성 성분이 함유되어 있는데 (합
계, 4651.6 ppb) 이는 평양소주의 원료가
옥수수(72.7%), 쌀(25%), 참쌀(1.3%), 보
리(1%) 등의 다양한 종류의 곡물을 혼합
하였기 때문인 것으로 보여진다. 즉, 발효
에 사용된 원료에 함유되어 있는 아미노
산 등 다양한 영양분에 의해서 더 많은
양의 fusel alcohol과 지방산ethyl ester가
생합성되어 졌다고 볼 수 있다. 평양소주
에서는 170.19 ppb의 상당히 많은 양의
butanoic acid ethyl ester가 들어 있고 파
인애플냄새 계통의 과일향도 많이 난다.
평양소주에는 또한 1487ppb의 acetic acid
ethyl ester가 있다. 이는 비록 최소감지농
도인 5900 ppb보다는 적은 양이나 다른
지방산 ester화합물과의 상승작용을 고려
할 때에 평양소주의 향에 중요한 영향을
미친다고 볼 수 있다. Acetic acid ethyl
ester는 aldehyde가 산화되어 acetic acid로
된 후에 발효에 의하여 생성된 에탄올과
ester결합을 하여 생기기도 하고, 부패효

모나 호기성박테리아에 의해서도 생성이 되는
화합물이며, 적은 양으로는 소주에 향기로운
향을 부여하나 높은 농도에서는 일반적으로
시큼하고 상한 냄새를 내게 한다 (Amerine외,
1980). 본 실험에 사용된 소주시료에서는 일본
의 Kansho-shochu (sweet potato spirit)에서 볼
수 있는 monoterpene 계통의 성분은 검출이
되지 않았다 (Ohta등, 1990). Monoterpene은 꽃
에서 나는 향기로운 냄새가 나며 국산 소주에
서는 이러한 향특성은 전혀 없었다.

2) Solid Phase Microextraction(SPME) 방
법: SPME는 1989년도에 캐나다 Waterloo대학

[그림 7] Purge and trap sampling기술과 capillary GC-MS에 의해 분석된 소주시료의 향에 대한 total ion chromatogram. 각 번호에 해당하는 peak성분의 이름은 표 1에 있음 (A: J사 D소주; B: D사 G소주; C: 평양소주).



의 Berlaridi와 Pawliszyn에 의해서 수질오염물질의 시료처리용 기구로써 개발되었으며, 1992년에 미국의 Supelco사에서 현재와 같은 상업적 기구로써 제조하여 판매를 시작하였다. 따라서, 초기SPME는 PT방법과 같이 음용수의 미량유해유기화합물의 흡착용도로 사용되었으나, 최근에는 식품의 향성분의 분석에도 널리 사용되어지고 있다. SPME holder의 전체적인 구조는 그림 8의 A와 같으며 총길이는 약 25cm의 주사기와 유사한 모양이고, 하부에 길이 1 cm, 지름 0.5 mm의 매우 가늘고 짧은

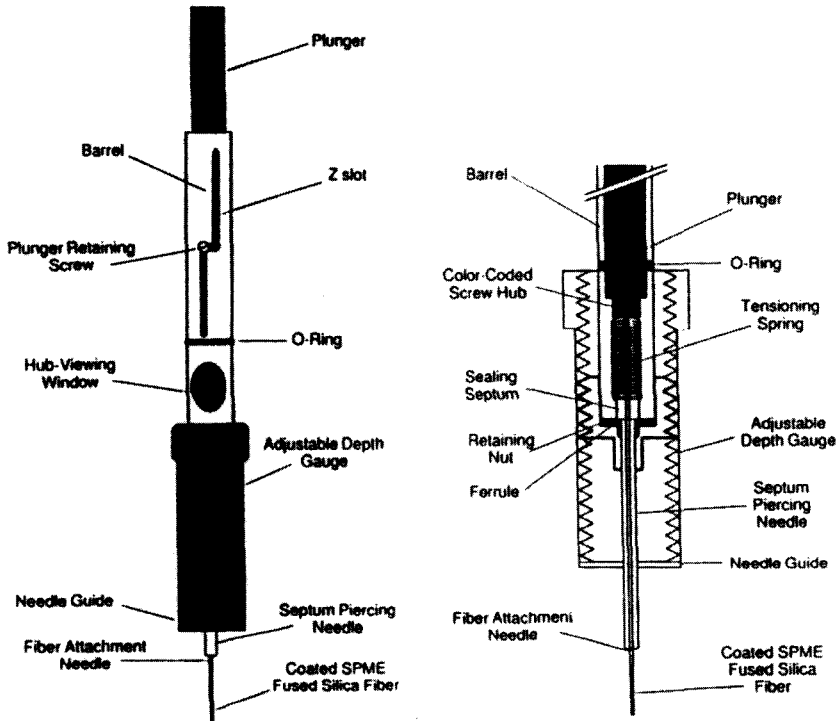
흡착fiber (그림 8, B)에 코팅되어 있는 화학물질에 휘발성성분을 직접 흡착시킨 후에, 바로 GC의 주입구에 주입하여 주입구의 열에 의해서 탈착시켜 분석하는 기구이다. 즉, 밀폐된 용기 안의 액상 또는 고체상의 시료에 존재하는 휘발성물질이 headspace에서 평형상태에 있을 때에 headspace의 기체상과 흡착fiber와의 분배에 의한 흡착원리를 이용한 것이다. 따라서 신뢰성이 높은 정확한 분석결과를 얻으려면 흡착조건을 매우 신중하게 조절해야 된다. 각각의 휘발성성분들은 성분의 극성도, 휘

〈표 1〉 Purge & Trap방법에 의하여 분석된 소주의 향성분과 농도 ($\mu\text{g/L}$, ppb). 200 ppb농도의 heptanoic acid, ethyl ester는 정량과 기기보정을 위한 internal standard (IS)*로 사용하였음.

Peak no.	성분명	J사 Gold소주	D사 G소주	평양소주
1	1-Propanol	115.2	0.0	0.0
2	Acetic acid, dthyl ester	97.8	15.9	1487.5
3	Propanoic acid, methyl ester	12.2	12.3	0.0
4	1-Propanol, 2-methyl	0.0	0.0	1976.0
5	Unknown	0.0	0.0	0.0
6	Butanal, 3-methyl-	3.5	0.0	0.0
7	Pentanal	0.0	0.0	32.7
8	Propanoic acid, dthyl ester	15.4	0.0	56.0
9	Acetic acid, pentyl ester	16.8	17.2	15.7
10	Butanoic acid, methyl ester	22.2	24.5	16.5
11	2, 3-Butanediol	82.1	3.3	259.6
12	1-Butanol, 3-methyl	87.0	0.3	420.0
13	1-Butanol, 2-methyl	23.1	0.0	155.4
14	1, 3-Butanediol	0.0	0.0	22.3
15	Butanoic acid, ethyl ester	6.0	1.6	170.2
16	Propanoic acid, butyl ester	3.5	5.4	4.8
17	Acetic acid, butyl ester	13.7	15.6	13.8
18	Unknown	0.0	0.0	0.0
19	Pentanoic acid, methyl ester	0.0	3.5	3.4
20	Unknown	38.6	0.0	0.0
21	Unknown	4.9	0.0	6.4
22	2-Heptanone	0.0	0.0	6.6
23	Heptanal	0.0	0.5	4.2
24	Unknown	4.0	0.2	0.0
25	Hexanoic acid, ethyl ester	8.7	0.6	0.0
26	Unknown	0.0	0.0	0.0
27	Heptanoic acid, ethyl ester (IS)*	200.0	200.0	200.0
28	Unknown	0.0	0.0	0.0
29	Unknown	0.0	0.0	0.0
30	octanoic acid, ethyl ester	17.4	0.0	0.0
합 계		572.1	101.0	4651.6

[그림 8]

SPME fiber holder 와 (A), fiber부분과 확대모습 (B)



발성정도, 유기물/물과의 분배계수, 시료의 양과 headspace의 용량, 흡착과정에서의 진탕정도, 시료의 pH와 온도에 따라서 흡착물에 많은 차이가 있을 수 있다. 흡착효율의 재현성을 시험하기 위해서는 반드시 내부표준물질을 첨가하여서 정성, 정량적인 관계를 확인하여야 하며 이러한 까다로운 흡착조건을 사전에 충분히 연구한 결과에서 문제가 없다면, SPME 흡착방법은 유기용매가 필요하지 않으며 특히, 용매추출에서와 같이 추출용매 농축시의 가열과정이 필요 없으므로 매우 효과적인 휘발성 화합물의 채취기술이라고 볼 수 있다.

흡착반응이 일어나는 SPME fiber는 하부의 매우 가느다란 주사바늘과 같은 대롱 속에 위치하고 있으며, 흡착 시에는 시료가 담겨있는 vial의 septum을 바늘이 통과하여 fiber가 들어 있는 바늘이 시료용기의 headspace부분에 위

치하게 된다. 이때에 plunger를 밀어주면 fiber는 headspace에 노출이 되어 흡착이 시작된다. 일정시간동안 흡착이 된 후에는 fiber를 다시 바늘 속으로 넣어준 후에 바늘을 용기로부터 이탈시키고 (그림 9, A), 바로 GC의 septum을 통해서 fiber바늘을 주입한 후에, 다시 plunger를 밀어 넣으면 휘발성화합물이 흡착되어있는 fiber가 주입구의 뜨거운 열에 의해서 탈착이 일어난다 (그림 9, B). SPME fiber에 코팅되어 있는 흡착기능을 갖는 화합물의 종류는 극성과 화합물의 친화도에 따라서 Polydimethylsiloxane (PDMS), Polyacrylate, Carboxen-PMDS 등의 종류가 있으며, 한가지 종류의 fiber가 광범위한 극성도를 갖는 화합물을 모두 효과적으로 흡착하는지를 우선적으로 시험하여, 경우에 따라서는 2 내지 3 가지 종류의 fiber를 사용하여야만 효과적인 흡착효과를 얻

을 수 있는 경우도 있다.

소주의 경우에는 PMDS fiber를 사용하면 효과적인 흡착효과를 볼 수 있으며, 그림 10은 J사의 C소주의 향을 GC-SPME (PDMS)-FID로 분석한 결과이다. C소주는 기본적으로 희석식소주에 약간의 (5%정도) 증류주를 혼합하여 제조한 제품으로서, 비록 약 5%의 적은 양의 증류주가 혼합이 되었음에도 불구하고 비교적 많은 양의 지방산ethyl ester나 fusel oil이 함유되어 있음을 알 수 있다. 실제 관능적인 분석에서도 향긋한 과일향과 fusel oil향이 비교적 쉽게 느낄 수 있었다.

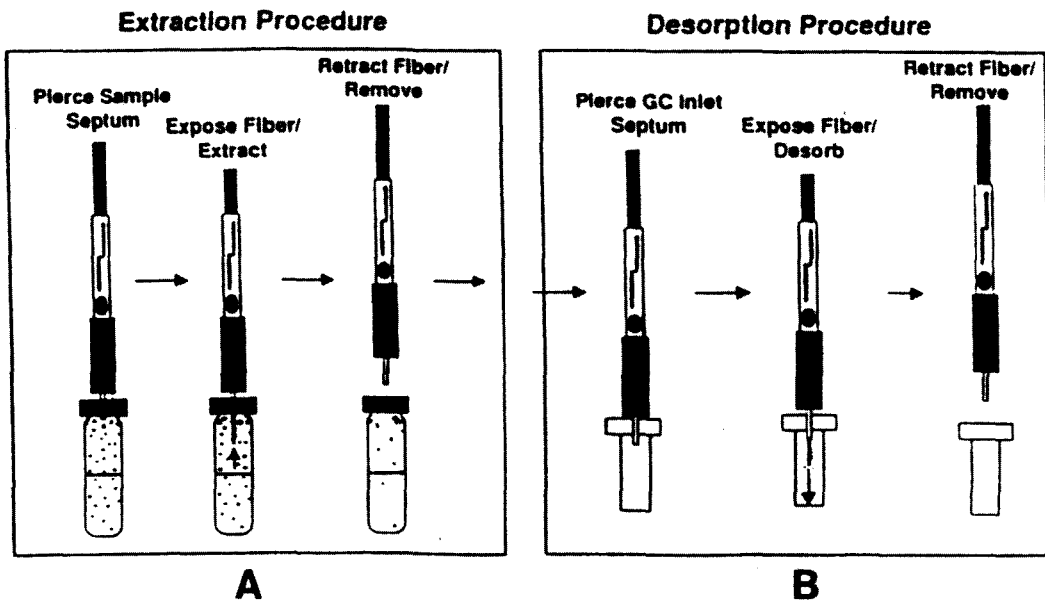
3) 용매추출 방법: 소주의 향을 용매로써 추출하여 분석하는 경우에는 미량의 향성분을 높은 배율로써 농축할 수 있는 장점을 들 수 있다. 소주와 같이 주요한 성분이 에탄올이고 실제 향성분이 매우 미량으로 존재할 때에는 용매추출에 의한 방법이 효과적으로 사용될

수 있다. 그러나 고순도의 용매로 만들기 위해서는 2, 3차의 재증류과정을 거쳐야하고 추출 시간도 오래 걸리며 추출 후에 농축을 해야하는 번거로움이 따르므로 시료가 많을 경우에는 시료처리에 어려움이 있다. 소주의 향을 용매로 추출할 경우에는 별도의 추출용장치를 구입하거나 특별히 제작하여야 한다. 추출용매는 알코올과 물에 대한 친화력이 낮고 휘발성향성분에 대해서 선택적으로 친화력이 높은 용매인 Freon 11이나 Methylene chloride/Pentane혼합 용매가 효과적이다.

III. 결론

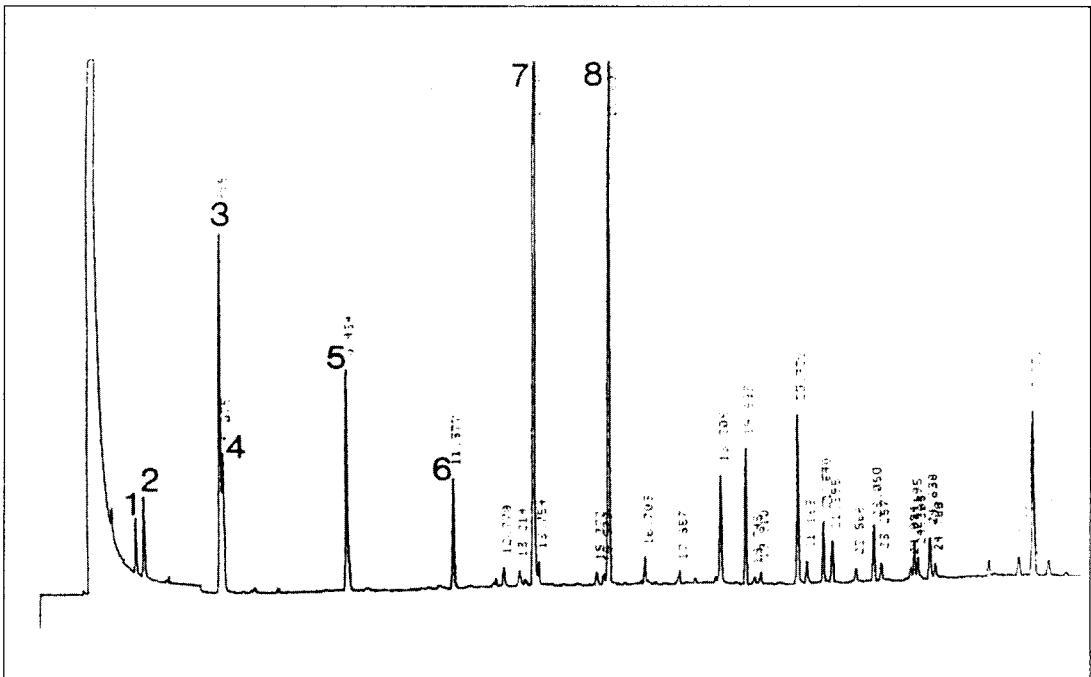
비록 소주는 깨끗하고 부드러운 맛으로 즐기는 알코올음료이므로 가능하면 모든 휘발성 향성분을 제거하는 것이 현재까지의 추세이었다. 그러나 효과적인 탈취를 하기 위해서나 또는

[그림 9] SPME를 이용한 휘발성 성분의 흡착과정(A) 과 GC주입구에서의 탈착과정 (B)



[그림 10]

GC-SPME기술을 이용하여 분석한 J사 C소주에서 검출된 향성분들의 chromatogram. Peak 8번은 정량을 위해서 사용한 70 ppb의 internal standard임. (화합물 및 농도: 1, ethyl acetate, 2.5 ppb; 2, 2-methyl-1-propanol, 4 ppb; 3, isoamyl alcohol, 21 ppb; 4, active amyl alcohol, 8.5 ppb; 5, isoamyl acetate, 13 ppb; 6, hexanoic ethyl ester, 6 ppb; 7, heptanoic ethyl ester, 70 ppb, internal standard; 8, octanoic ethyl ester, 38.6 ppb. *8번 이상에서 검출된 화합물은 향에 영향을 주지 않는 화합물이므로 정량하지 않았음).



원하지 않는 특정 향성분에 대한 선택적인 탈취를 하기 위해서는 휘발성 향성분의 정제와 양을 확인하기 위한 정밀분석이 매우 중요하다. 또한 소주의 향분석기술은 향후 소비자의 기호에 맞는 좋은 향미를 갖는 제품의 개발에 반드시 필요한 중요한 기술이라고 볼 수 있다.

IV. 인용 문헌

Amerine, M. A., R. E. Kunkel, C. S. Ough, V. L. Singleton, The technology of winema-

king. AVI Publishing, p. 291. (1980).

Ayrapaa, T. Proceedings of the third international specialized symposium on yeasts, p. 31. (1973).

Berlardi, R., and J. Pawliszyn. The application of chemically modified fused silica fibers in the extraction of organics from water matrix samples and their rapid transfer to capillary columns. Water Pollution Res. J.

Canada. 24:179. (1989).

Harmon, A. D. Solid-Phase Microextraction for the analysis of flavors. (R. Marsili, ed.). In: Techniques for analyzing food aroma. Marcel Dekker, Inc. New York. p. 81. (1997).

Ohba, T., M. Sato. Analysis of the flavors in aged Sake. Brew. Soc. Japan, 4:271. (1984).

Ohto, T., R. Ikuta, M. Nakashima, Y. Morimitsu, T. Samuta, H. Saiki. Characteristic flavor of Kansho-shochu (Sweet potato spirit). Agric. Biol. Chem. 54:1353. (1990).

박승국. 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가? 제 1 부. 식품향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가?. 식품과학과 산업. 24(4) p. 88. (1991).

박승국. 향 연구란 무엇이며 어떻게 하는 것인가? 제 2 부. 정밀 분석적인 연구방법. 식품과학과 산업. 25(1) p. 48. (1992).

박승국. 국내 생산 소주의 품질 향상을 위한

향성분에 관한 분석적 연구. 경희대학교 식량 자원개발연구소논문집 제 17 호. p. 87. (1996).

Pigott, J. R., and A. J. F. Findlay. Detection thresholds of ester mixtures. In: Flavor reserach of alcoholic beverages-Instrumental and sensory analysis. (L. Nykanen and P. Lehtonen, eds.) The ALKO symposium on flavor research of alcoholic beverages, June 13-15. Helsinki, Finland. p. 189. (1984).

Supelco Bulletin 869A. Solid Phase Microextraction: Solventless sample preparation for monitoirng flavor and fragrance compounds by capillary gas chromatography. (1997).

Suomalainen, H., and M. Lehtonen. The production of aroma compounds by yeasts. J. Inst. Brew. 85:149. (1979).

Suomalainen, H., & Nykanen, L. XXXVIth Congres international de chimie industralle. Bruxelles. 1966. Comptes Rendus. 3:807. (1967).

Extreme remedies are most appropriate for extreme diseases.

극단적인 병에는 극단적 치료법이 가장 적합하다.

- Hippocrates -