

## 오미자의 열수 추출시 용해도와 총괄물질전달계수

권영안 · 목철균\* · 박종현\* · 이승주\*\*

우석대학교 식품공학과, \*경원대학교 식품생물공학과, \*\*동국대학교 식품공학과

### Solubility and Overall Mass Transfer Coefficient of Omija (*Schizandra chinensis*) during Hot Water Leaching

Young An Kwon, Chul Kyun Mok\*, Jong Hyun Park\* and Seung Ju Lee\*\*

Department of Food Science and Technology, Woosuk University

\*Department of Food Science and Biotechnology, Kyungwon University

\*\*Department of Food Science and Technology, Dongguk University

#### Abstract

Omija (*Schizandra chinensis*) was extracted with hot water at different extraction conditions for manufacturing Omija tea. Extraction conditions were the different raw material weight from 30 g to 150 g and the different extraction temperature from 60°C to 90°C with or without the agitation, respectively. Extracted solute weight increased as the raw material weight increased and as the extraction temperature increased. Agitated extraction condition was more effective to extract the soluble solutes than the extraction without agitation. Overall mass transfer coefficient,  $K_L$ , was also calculated from the extraction curve and the mass transfer equation. Overall mass transfer coefficient increased as the extraction temperature increased. The overall mass transfer coefficient with agitation was higher than that without agitation.

Key words: Omija, *Schizandra chinensis*, extraction, overall mass transfer coefficient

#### 서 론

고체 또는 액체 원료를 액체 용제인 용매로 처리하여 원료 중의 가용성 성분을 용해 분리하는 조작인 추출은 식품산업에서 전통적으로 많이 사용되어 오고 있다. 유량증자에서 식용유의 제조에 이용되거나 고부가 가치를 가지는 향미성분의 농축 등에서 이용되는 식품산업 이외에도 원료에서 유효성분을 분리하여 의약품을 만들거나 발효혼합물 중에서 항생제 등을 분리하는 의약품 제조공정 등에서 다양하게 쓰이고 있다 (Toledo, 1991).

추출은 확산에 의한 물질분리 조작의 일종이다(Crank, 1975). 고체-액체 추출의 경우에 원료가 용매와 접촉하게 되면 원료 내부의 빈 공간에 용매가 채워지고, 용질이 용해되어 진한 용액의 형태로 되는 반면에 외부

는 순수한 용매 또는 묽은 용액이 되므로 용질은 농도 차에 의하여 고체 내부로부터 외부로 확산되어 표면에 도달하게 된다. 표면에 도달한 용질은 경계막을 통하여 외부 용매에 도달하게 되며, 동시에 용매는 농도 차에 의하여 역방향으로 확산된다. 따라서 유효성분의 추출량을 크게 하기 위해서는 추출속도를 크게 하여야 한다. 추출속도에 영향을 미치는 인자로는 원료 자체에 의한 것과 용매에 의한 것으로 나눌 수가 있다. 원료의 경우에는 추출속도를 크게 하기 위하여 접촉면은 크게, 입자크기는 작게 함으로써 용매와 유효성분이 접촉할 수 있는 확률을 높여 주어야 한다. 용매의 경우에는 용매의 성질 (극성 또는 비극성), 추출온도 및 추출시간 그리고 진탕 정도가 추출속도에 크게 영향을 미치는 것으로 잘 알려져 있다. 즉, 추출온도가 높을수록 또는 진탕을 시킴에 따라 추출속도를 크게 할 수 있다.

오미자는 목련과에 속하는 과육으로 과거로부터 관상용 또는 약용으로 재배되어 주로 약재로 이용이 되

Corresponding author: Young An Kwon, Department of Food Science and Technology, Woosuk University, Samrye, Chonbuk 565-800, Korea

어왔다. 근래에는 독특한 색, 맛, 향의 조화를 통한 뛰어난 상품성과 약리성으로 오미자차와 같은 식용음료로 응용이 되고 있다. 특히 여름철에는 빨간 색과 달고 신 상큼한 맛으로 인하여 식욕을 돋우는데 사용이 되고 있다. 따라서 오미자의 성분 분석 또는 특정 성분에 대한 분석과 약리성 실험 등은 활발하게 이루어지고 있다(Liriki *et al.*, 1981; Ikeya *et al.*, 1982; 1988; Zhu *et al.*, 1988; Chen *et al.*, 1994). 그러나 건조된 오미자로부터 오미자차를 만들기 위해서는 일반적으로 열수 추출을 통하여 제조되고 있으나, 최적화된 추출조건 및 추출속도 등에 대한 과학적이고 체계적인 연구는 전혀 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 열수 추출을 통한 오미자차의 제조를 위하여 용해도를 이용하여 최적 추출조건을 알아내고, 열수 추출시 각 추출온도에서의 총괄물질전달계수를 계산하는데 있다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용된 오미자는 삼례읍내의 한약방에서 건조되어 포장된 것을 구입하였다. 구입한 오미자의 성분은 껍질과 씨가 대부분을 차지하여 가용성 성분은 약 4%이었으며, 주성분은 말산, 주석산 등의 유기산이 많은 부분을 차지하였고 그 밖에 칼슘, 인, 철분, 단백질, 당질, 지방질, 회분 등을 함유하고 있었다.

### 추출량의 측정

열수 추출을 통하여 얻어진 가용성분의 무게는 두 가지 방법을 병행하여 측정하였다. 첫 번째 방법은 AOAC 방법인 105°C 건조법을 이용하여 측정하였다. 즉, 각 추출시간 별로 일정량의 용액을 취하여 105°C로 고정된 건조기(Jeio Tech, Model NO-600M, Korea)에서 건조시키면서 용질의 양을 칭량하여 항량을 보일 때까지 건조하여 측정된 항량을 추출된 용질의 양으로 결정하였다. 두 번째 방법은 수분 분석기(Moisture analyzer, HR73, Mettler Toledo, England)를 이용하여 수분 함량을 측정하고, 얻어진 수분 함량%를 100%에서 감하여 추출된 용질의 양으로 하는 방법이다. 두 가지 방법으로 측정된 용질의 양은 1% 내외의 오차 범위를 보임으로써 측정치의 신뢰성을 높일 수 있었다.

### 추출속도의 계산

추출속도를 계산하기 위해서는 먼저 물질이동속도에

관한 방정식을 유추해야만 한다(전재근, 1997; Heldman과 Singh, 1981). 원료물질이 잃은 물질량은 용매가 얻은 물질량과 같으므로

$$dM = V \cdot dC \quad (1)$$

여기에서  $M$ 은 원료물질 속의 용질의 양이며,  $C$ 는 용매 속의 용질성분의 농도이다.

또한 물질이동속도( $dM/d\theta$ )는 다음 식과 같이 나타낼 수 있으므로

$$\frac{dM}{d\theta} = \frac{k'A(C_s - C)}{b} \quad (2)$$

이 식에서  $k'$ 는 용질의 확산계수(mass transfer coefficient)이며,  $A$ 는 원료물질의 표면적이며,  $C_s$ 는 용액 속 용질의 포화농도이며,  $b$ 는 표면에서 용매 쪽으로 경계막의 두께를 나타낸다.

따라서 (1)식과 (2)식으로부터 추출방정식을 얻을 수 있다.

$$\frac{dC}{d\theta} = \frac{k'A}{V \cdot b}(C_s - C) \quad (3)$$

이 식을 적분하면 다음 식을 얻을 수 있다.

$$\ln \frac{C_s - C_0}{C_s - C} = \frac{k'A}{V \cdot b} \theta \quad (4)$$

(4)식을 이용하여 반대수 그래프로 나타내면 그 기울기로부터  $k'$ 값을 구할 수가 있는데, 실제로는  $b$ 를 측정하기가 현실적으로 어렵기 때문에  $k'/b = K_L$ 이라고 하여 기울기로부터  $K_L$  (overall mass transfer coefficient) 값을 구할 수가 있다.

## 결과 및 고찰

### 추출량의 변화

초기 추출원료의 양이 추출에 미치는 영향을 알기 위하여 용매인 90°C인 열수의 양을 4 L로 일정하게 한 후, 추출원료의 양을 30 g에서 150 g으로 변화시켰을 때 원료량의 변화에 따른 용질인 유효성분의 추출량을 Fig. 1에 나타내었다. 추출되는 용질의 양은 추출원료의 양이 증가함에 따라 점차 증가함을 보여주었으나, 추출된 용질의 양이 투입된 원료의 양에 비례하는 것은 아니다. 특히 150 g의 원료 투입량에서 초기 추출량은 90 g 투입량에 비하여 그리 크지 않았으나 추출시간이 경과함에 따라 그 차이가 커지는 것을 알 수 있었다. 이는 투입된 원료의 양에 따라 용매의

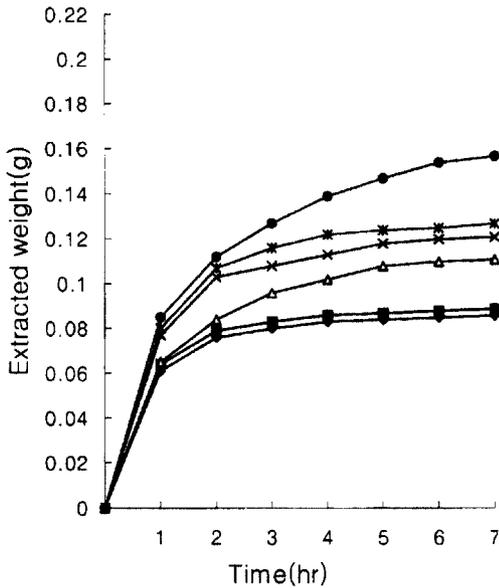


Fig. 1. Extracted weight of Omija soluble solutes according to the loaded weight of raw materials at 90°C and 4 L hot water. ◆-◆ 30 g; ■-■ 40 g; △-△ 50 g; X-X 60 g; ※-※ 70 g; ●-● 150 g.

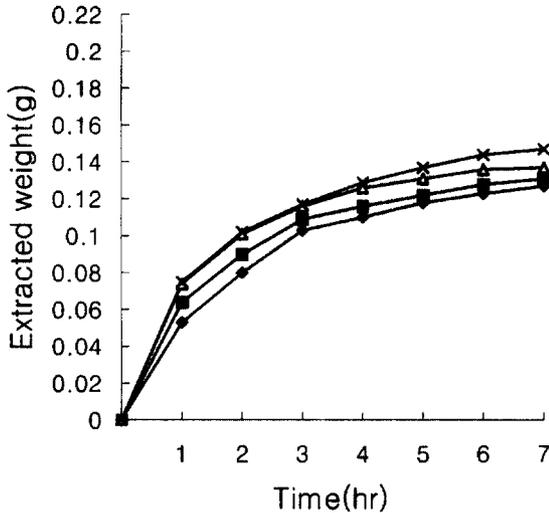


Fig. 2. Extracted solute weight of Omija at different temperatures of 4 L hot water. ◆-◆ 60°C; ■-■ 70°C; △-△ 80°C; X-X 90°C.

양을 증가시키지 않고 일정한 양을 유지시켰기 때문 일 것이다. 또한 추출속도(추출되는 용질량의 증가분)는 초기 추출조작에서는 급격히 증가하였으나, 시간이 지남에 따라 점차 감소하여 일정 시간이 지난 후에는 추출속도가 거의 0에 가까워지는 것을 알 수 있다. 이는 추출이 물질분리 조작이며 추출속도는 추출원료 내

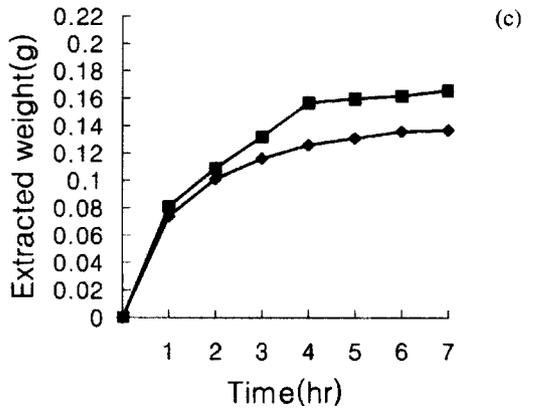
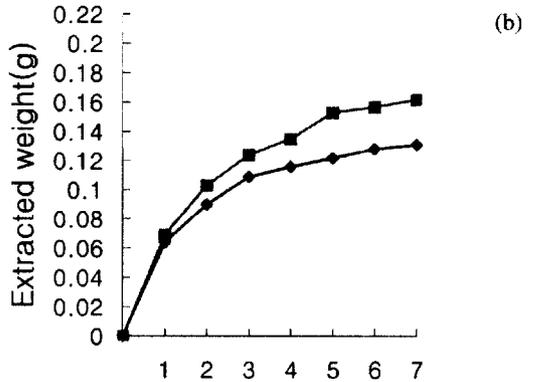
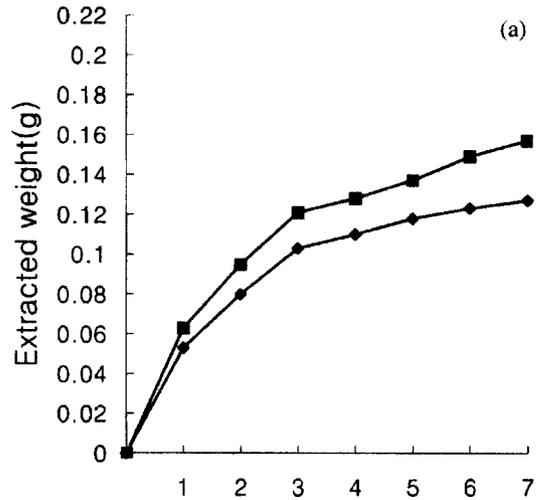


Fig. 3. Extraction effect of Omija solutes at 4 L hot water with the agitation. ◆-◆ without agitation; ■-■ with agitation. (a) 60°C; (b) 70°C; (c) 80°C; (d) 90°C.

에 존재하는 용질의 농도와 용매 중 용질의 농도 차에 비례하기 때문에 시간이 지남에 따라 이 농도 차가 점차 감소하기 때문이다.

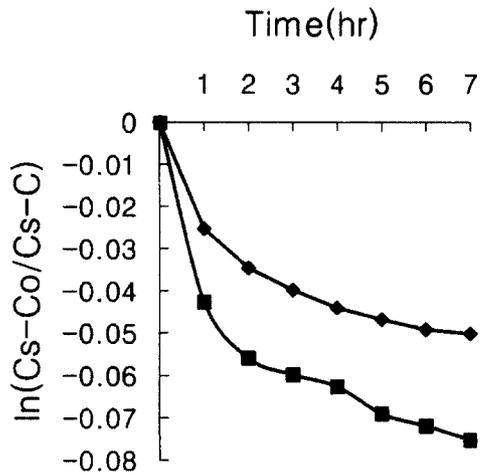
추출온도가 오미자의 추출에 미치는 영향을 밝히기

위하여, 용매의 양을 4 L로 그리고 추출원료의 양을 150 g으로 일정하게 유지한 후 추출온도를 60°C로부터 90°C로 변화시키면서 추출량의 변화를 살펴보았다. Fig. 2에서 보여주듯이 추출되는 용질의 양은 추출온도가 증가함에 따라 증가하는 것을 알 수 있었으나, 80°C에서 90°C로 추출온도를 증가 시켰을 때는 추출의 초기 조건에서 추출량의 큰 차이를 볼 수 없었으나 추출 후반부로 갈수록 추출량의 차이가 커짐을 알 수 있었다. 이는 추출온도의 증가에 따라 용질의 확산도가 커지기 때문인데, 90°C의 경우에는 추출 초기에 추출원료 내부로의 열전달속도가 원활하지 않아 80°C에서의 경우와 확산도에 큰 차이를 보이지 않은 것으로 보인다. 그러나 시간이 지남에 따라 원료 내부의 온도가 증가하게 되고 이는 용질의 확산도를 크게 하여 추출량이 증가하는 것으로 보인다. 또한 추출온도에 따른 추출량의 변화에서도 추출시간이 증가함에 따라 추출량의 증가가 둔화되는 것을 알 수 있다. 이는 앞에서와 마찬가지로 용질의 농도 차가 감소함에 따라 추출속도가 감소하는 것을 보여준다.

진탕 여부에 따른 추출량의 변화를 살펴보기 위하여 용매의 양을 4 L, 원료의 양을 150 g 그리고 추출온도를 90°C로 일정하게 유지하면서 진탕 항온수조 (Vision Scientific, Model VS-1901W, Korea)를 이용하여 진탕 여부에 따른 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 오미자의 열수 추출시 진탕에 의하여 추출되는 용질의 양이 크게 증가함을 보여준다. 특히 추출온도가 증가함에 따라 진탕의 효과가 더 커짐을 알 수 있었으며, 90°C의 경우에는 그 차이가 극명하게 나타났다. 이는 진탕에 의하여 용매의 순환이 활발해지고, 빠른 용매의 순환은 용매와 접촉하는 원료의 표면적을 증가시키는 결과를 가져오기 때문이며, 용매의 온도가 커질수록 용매 분자의 활동이 더욱 활발해지기 때문으로 보인다.

**총괄물질이동계수의 계산**

회분식 고액추출 과정에서 입자의 크기, 추출액의 양 등을 알 때, 추출시간  $\theta$ 가 경과했을 때의 추출액의 농도를 산출하는데 (4)식을 이용할 수 있다. 또한 반대수 그래프에 도시하면 기울기를 직선으로 나타낼 수 있고 이로부터 총괄물질이동계수  $K_L$ 값을 얻을 수 있다. 이는 회분식 추출에서 중요한 계수로써 사용이 되고 있다. 따라서 (4)식을 이용하여 150 g의 원료량을 4 L의 열수로 추출할 때 각 온도에서 그리고 진탕을 했을 때의 총괄물질이동계수를 계산하기 위하여 각 추



**Fig. 4.** Extraction curve plot of solute concentration versus time. ◆-◆ without agitation; ■-■ with agitation; (a) 60°C; (b) 70°C; (c) 80°C; (d) 90°C.

**Table 1.** Overall mass transfer coefficient<sup>1)</sup> of Omija extraction at different extraction condition of 4 L hot water

Temperature (°C)	Without agitation	With agitation
60	4.914	6.188
70	5.005	6.461
80	5.096	6.552
90	5.551	7.735

<sup>1)</sup>Each value is shown at the magnitude of 10<sup>-6</sup>.

출온도에서의 추출곡선을 이용하였다. 대표적으로 90°C에서의 추출곡선을 Fig. 4에 나타내었다. 이 곡선으로부터 각각의 기울기를 구하고 식 (4)로부터 총괄물질이동계수를 계산하기 위하여, 오미자 150 g의 개체 수를 5번 구하여 평균 개체 수를 결정하였다. 또한 오미자의 지름을 개체별로 측정하고 평균값을 구하여 추출에 사용된 전체 오미자 150 g의 평균 부피와 표면적을 계산하였다.

이를 통하여 얻어진 각 추출조건에서의 총괄물질이동계수의 값들은 Table 1에 나타내었다. 이 표에서 보듯이 총괄물질이동계수 값은 추출온도가 높아질수록, 또한 같은 추출온도에서는 진탕을 시킴에 따라 커지는 것을 알 수 있다. 이는 앞의 추출속도에 대한 설명과 정확히 일치함을 보여주는 것이다. 따라서 이들을 이용하면, 우리가 원하는 오미자의 추출을 위한 최적 조건을 결정할 수가 있다.

## 요 약

오미자의 식용음료로의 이용을 위하여 서로 다른 조건에서 열수로써 추출을 시행하였다. 오미자의 추출에 영향을 미치는 인자들 중에서 투입원료 량의 변화, 추출온도의 변화와 진탕 여부에 따라서 추출용질 량의 변화를 측정하였다. 추출에 이용된 투입원료의 양은 30 g으로부터 150 g이었으며, 추출온도는 60°C로부터 90°C까지 이었다. 추출용질의 양은 투입된 원료의 양이 클수록 커졌으나, 증가된 원료량에 비해하지는 않았다. 추출온도에 대한 영향은 추출온도가 높아짐에 따라 추출용질의 양이 많아졌다. 또한 진탕을 시킨 추출 조건에서 추출량은 현격히 증가하였다. 얻어진 추출속도를 이용하여 총괄물질이동계수,  $K_L$ , 값을 계산하기 위하여 추출속도 식과 추출곡선을 이용하였다. 총괄물질전달계수 값은 추출속도에 따라 증가함을 보여주었다. 따라서 이들을 이용하면 오미자의 열수 추출을 위한 최적조건을 구할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 1999년도 보건복지부 지원 보건의료기술 연구개발사업의 연구비로 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

## 문 헌

- 전재근. 1997. 식품공학 -이론과 응용-. 제11장. 개문사, 서울
- Chen, C.C., C.C. Shen, Y.Z. Shih and T.M. Pan. 1994. 6-*o*-benzoylgomisin, a new lignan from the fruits of *Schizandra chinensis*. *J. Natural Products* **57**(8): 1164-1165
- Crank, J. 1975. *The Mathematics of Diffusion*, 2nd Edition. Clarendon Press, Oxford, England
- Heldman, D.R. and R.P. Singh. 1981. *Food Process Engineering*, 2nd Edition. AVI book, New York, U.S.A.
- Ikeya, Y., H. Taguchi and I. Yosioka. 1982. The constituents of *Schizandra chinensis* Baill. XII. Isolation and structure of new lignan, gomisin R, the absolute structure of wuweizisu C and isolation of schisanther in D. *Chem. Pharmaceutical Bull* **30**(9): 3207-3211
- Ikeya, Y., H. Taguchi, H. Mitsuhashi, S. Takeda, Y. Kase and M. Aburada. 1988. A lignan from *Schizandra chinensis*. *Phytochem.* **27**(2): 569-573
- Iriki, Y., Y. Fukuda, K. Kakizaki, M. Nakazawa, Y. Uesugi and T. Kozu. 1981. Occurrence of D-galactose and mannitol in *Schizandra chinensis*. *J. Agric. Chem. Soc. Japan* **55**(11): 1109-1111
- Toledo, R.T. 1991. *Fundamentals of Food Process Engineering*, 2nd Edition. AVI book, New York, U.S.A.
- Zhu, Y.X., K.D. Yan, J.M. Wu and G.S. Tu. 1988. Assay of lignans of *Schizandra chinensis* in Sheng Mai san by high performance liquid chromatography. *J. Chromatography* **438**(2): 447-450