

超臨界水이용 추출공정

우리가 한약을 먹을 때는 물에 중탕을 하여 고체 약재로부터 유효성분을 추출하여 그 물을 마시게 된다. 차를 마실 때에도 차 속에 있는 유효성분을 뜨거운 물에 녹여 마시지 그 잎을 그대로 먹지 않는다. 한가지 더 예를 들어보자. 보신탕이나 염소 등과 같은 것은 고온 고압의 압력솥에 오랫동안 중탕하여 대개 그 즙이나 액체를 먹는다. 즉 고온의 물은 좋은 추출용매로서 오래 전부터 우리 생활 깊숙이 자리를 잡고 있다. 물은 환경친화적인 용매이며 가격이 저렴하기 때문에 최근 들어서 용매로서의 활용이 더욱 더 관심을 받고 있다.

지난 AIChE (American Institute of Chemical Engineers)의 제7차 식품공학회의에서 University of Arkansas, Department of Chemical Engineering 교수인 Ed C. Clausen (eclause@engr.uark.edu)와 Department of Biological & Agricultural Engineering의 교수인 Danielle Julie Carrier (carrier@comp.uark.edu)은 초임계수를 추출용매로 이용하는 기술을 발표하였다.



Ed C. Clausen



Danielle Julie Carrier

이들은 물은 화합물들을 추출하는데 상대적으로 여러 단계를 필요로 하지 않으며 저렴하고 덜 유해하다는 점에서 산업용매 만큼 효율적이라고 발표했다. 물은 특정한 온도와 압력조건에서 유기용매와 같이 움직인다. 클라우센과 캐리어는

북아메리카나 멕시코 등지에서 자라는 엉겅퀴 (milk thistle: *Silybum marianum* L. Gaertn.) 씨로부터 간질환치료제로 쓰이는 flavinolignans (taxifolin, silychristine, silydianine 그리고 silybinin가 함유된 물질)을 추출하는 고온/액상수 추출법 (hot/liquid water extraction)을 공동개발했다.



Flower of the Milk Thistle plant

엉겅퀴 (milk thistle)는 학명이 *Silybum marianum*이며, 원래 남유럽과 북아프리카가 원산지이나 이후에 아메리카 대륙에도 정착, 현재는 대부분 관상용 또는 약용으로 재배하고 있다. 우리나라에서는 엉겅퀴라고 불린다. 전설에 의하면 엉겅퀴의 잎에 대리석 모양이 생긴 것은 성모 마리아가 떨어뜨린 젖에 의해서 생겨난 것이라고 하며, 종명인 *marianum*도 그러한 전설과 관련이 있다. 학명인 *silybum*은 '장식용 술'이란 의미를 갖는 그리스어 *silybon*에서 유래한다. 이 명칭은 1세기 경에 살았던 그리스의 근대 서양의학에까지도 많은 영향을 끼친 의사이자 약학자인 Dioskurides가 엉겅퀴를 닮은 식물을 지칭한 데서 생긴 명칭이다. 옛날부터 엉겅퀴는 젖을 먹이는 어머니들이 젖이 잘 나오도록 하기 위해서 엉겅퀴차를 마시게 함으로써 잘 알려진 식물이다. 영어 이름인 milk thistle이 그러한 사실을 암시하고 있다. thistle은 "살짝 찌르다"라는 의미를 갖는 고대 게르만어에서 유래한다. 독일의 자연치료사인 라데마커라는 사람이 엉겅퀴가 간과 담낭의 질환 및 황달 등에 뛰어난 약효가 있음을 발견하였고 그 이후로 약초로 더욱 유명해지기 시작했다.

엉겅퀴는 국화과에 속하는 여러해살이풀이다. 우리나라 산이나 들에 자생한다. 6월에서 8월 사이에 자주색 또는 적색의 둥근 모양의 꽃을 피우고, 10월에 열매가 익는다. 꽃의 크기는 4-5cm이고 줄기의 끝에서 핀다. 씨의 길이는 7mm 정도이고 흰색의 깃털이 나있다. 잎 전체는 길쭉한데 잎줄기를 중심으로 작은 잎이 새날개 모양으로 6~7쌍 갈라진다. 잎의 양면에는 흰색 털이 무수히 있고, 가장자리에 거친 톱니와 날카로운 가시가 나 있다. 줄기는 곧고 골이 나 있으며, 원뿌리가 땅속 깊이 내려가므로 어지간한 가뭄에도 끄떡 없다. 이런 모습이 엉겅퀴를 억세고 강인하게 보이게 한다. 다 자라면 키가 50~100cm에 이른다. 엉겅퀴의 종류는 큰엉겅퀴·지느러미엉겅퀴·초엉겅퀴·가시엉겅퀴·흰가시엉겅퀴·바늘엉겅퀴 등 전세계적으로 2만종이 있다. 그 중 인가 근처에 자생하는 큰엉겅퀴와 지느러미엉겅퀴가 효능이 뛰어나 민간약재로 주로 쓰인다. 지방에 따라서는 엉겅퀴를 대계·호계·자계·산수방·항강구·항가새·가시나물·마자초 등으로 부르기도 한다.

엉겅퀴 추출물 (Milk thistle extracts)은 70-80%의 silymarin가 함유되어 있다. 엉겅퀴는 2000년 이상 사용되어온 약재로써 중세에는 간염의 치료 등에 사용되었다는 기록이 있다. 특히 유럽에서는 엉겅퀴를 hepatitis (바이러스성 간염), 알콜에 의한 간의 손상 치료 및 회복, 버섯 중독 등의 치료에 사용하여 왔다.



Milk Thistle (*Silybum marianum*) Seeds
Photo by Erowid, © 2002 Erowid.org

milk thistle seed

그림1에 나타난 것 처럼 온도가 올라감에 따라 물의 유전상수는 감소한다. 250℃의 물은 유전상수 27을 갖는데 이는 상온의 메탄올 또는 에탄올의 유전상수와 유사하다. 따라서 250 ℃의 고온/액상의 물은 알코올로 추출하는 화합물들을 추출해낸다. 클라우센은 "추출실험결과로부터 상대적으로 낮은 온도에서는 보다 극성이 높은 flavinolignans이 추출되고 높은 온도에서는 보다 극성이 낮은 flavinolignans이 추출된다"고 설명했다.

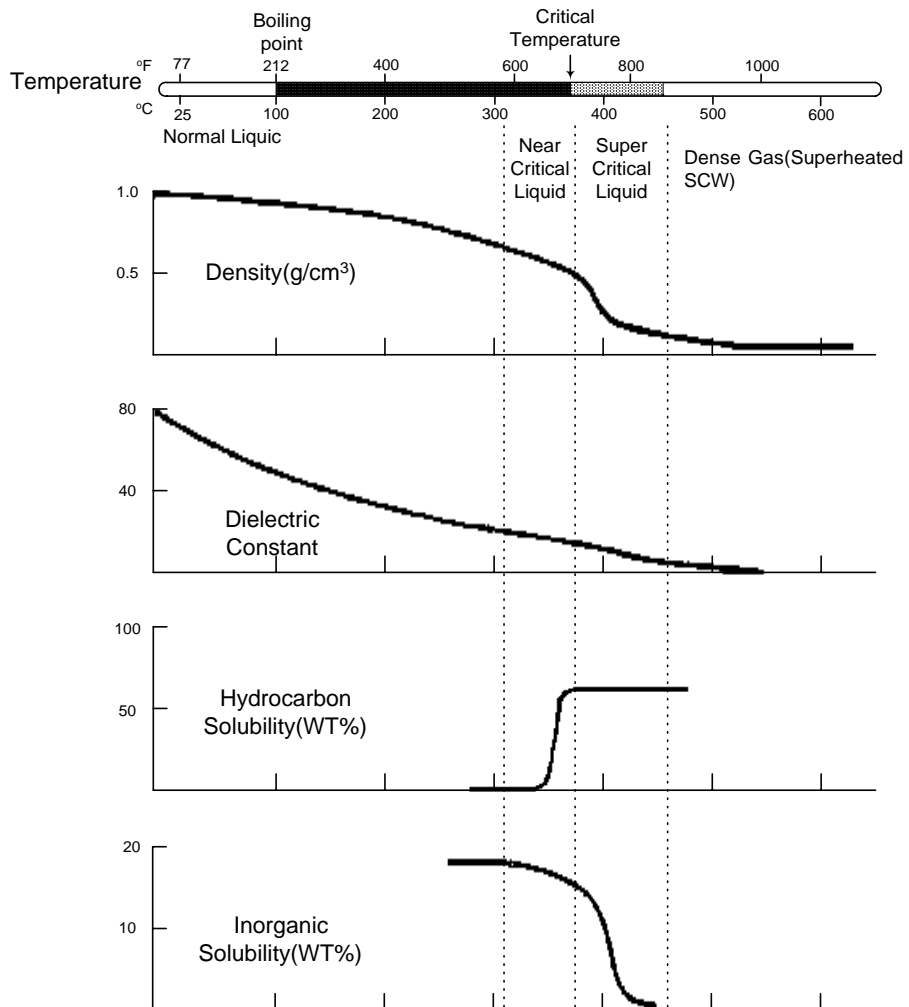


그림 1. 250 atm에서 온도의 변화에 따른 물의 물성

University of Arkansas의 과학자들은 유기용매나 물을 사용해 얻을 수 있는 농도가 서로 비슷하지만 물은 유기용제에 비해 환경에 악영향을 주지 않기 때문에 폐기문제가 있어서 장점을 지닌다. 다만 고온에서 화합물의 분해 가능성에 대해서도 연구하고 있다. 추출온도가 100℃ 이상이 되면 물을 액상으로 유지시키기 위해서는 압력을 증가시켜야 한다. 즉 180℃의 경우에는 10기압, 212℃는 20기압, 234℃의 경우 30기압, 250℃의 경우에는 40기압, 264℃의 경우에는 50기압이 필요하다. Danielle Julie Carrier 교수는 식품첨가제로서 밀크디슬에 함유된 flavinolignans의 항암특성을 추출하고 평가했으며, 이러한 의약활성물질을 식물로부터 안전하게 추출할 수 있는가를 연구하고 있다. 엉겅퀴 추출물 (Milk Thistle Extract)은 현재 95% Acetone 수용액을 사용하여 solvent extraction을 하고 있으며 건조 후에는 추출물은 연한 노란색의 파우더로 생산된다.

엉겅퀴는 간질환과 산후부종 치료에 탁월한 효과가 있는 민간약이다. 지금은 그 가치를 아는 사람이 드물지만 예전부터 우리 민가에서 황달에 걸려 얼굴이 누렇게 뜬 사람이 생기면, 동네 노인이 산에 나가 엉겅퀴를 채취하여 삶은 물을 먹여 나아주곤 하였다. 또한 간경화로 복수가 차오르거나, 산후부종으로 얼굴과 팔다리가 붓는 사람도 엉겅퀴 삶은 물을 먹고 복수와 부기가 낫곤 하였다. 이런 엉겅퀴를 이용한 민간요법은 서양에서도 전해 내려오고 있는데, 독일의 자연치료사인 라데마커라는 사람은 경험적으로 입증된 엉겅퀴의 효능에 주목하여 "엉겅퀴가 간과 담낭의 질환 및 황달 등에 뛰어난 약효가 있다" 발표한 바 있다. 그 이후로 엉겅퀴는 전 세계적으로 간질환 치료에 효능이 있는 약초로서 더욱 유명해지기 시작했다.

간질환 치료에 효능을 보이는 엉겅퀴의 성분은 씨에서 추출된 실리마린(silymarin)이다. 이 성분은 간세포의 신진대사를 증가시키고 간세포를 독성의 손상으로부터 보호하는 효과가 탁월한데, 지금까지 세계의 제약회사들이 간을 보호하는 많은 약을 만들어 냈지만 실리마린의 효과에 비견할 만한 것은 만들어내지 못했다.

엉겅퀴의 맛이 쓰고 성질은 서늘하다. 대개 간장경과 심장경에 작용한다. 체내에서의 작용은 양혈지혈(凉血止血)과 어혈소종(瘀血消腫) 작용을 하는 것으로 밝혀져 있다. <본초강목>은 "큰엉겅퀴는 어혈을 흠어 버리고, 작은엉겅퀴는 혈통(血

痛)을 다스린다"라고 하였다. 또 <동의학사전>엔 "열을 내리고 출혈을 멈추며 어혈을 삭이고 부스럼을 낫게 한다. 약리실험 결과 혈액응고촉진작용, 혈압강하작용, 해열작용 등이 밝혀졌다"라고 소개하였다. 결국 영경귀의 찬 성미가 간장과 심장에 들어가 청열효능을 발휘하여 간열을 내려 간질환을 치료하는 효능을 나타내는 것이라 할 수 있다.