

血液의 加工食品에의 利用

宋 仁 相

〈本會 食品研究所 首席研究員〉

1. 머릿말

전세계적인 단백질 자원의 부족현상을 극복하기 위하여 최근 10여년간 새로운 단백질 자원을 개발하기 위한 연구·개발이 활발히 진행되고 있다. 이에 따라 단세포단백질의 생산 방법이나 지금까지 이용되고 있지 못하였던 식물의 잎, 조직등에서 단백질을 회수·이용하는 방법 등이 개발되고 있다. 이와 같은 연구의 일환으로 가축의 도살시 쉽게 회수가 가능하나 아직 그 이용도가 낮은 혈액의 이용가능성에 대해서도 많은 관심을 가지게 되었다.

혈액에는 적육과 비슷한 수준인 약 18% 정도의 단백질을 함유하고 있고, 또한 좋은 철분공급원이어서 일부의 나라에서는 액상고기라고도 불리워지고 있다.

일반적으로 소에서는 10~12리터, 돼지에서는 2.5리터의 혈액 수거가 가능하므로 1985년도에 우리나라에서 도축된 소와 돼지로부터 혈액을 수거했다면 약 1천4백만리터의 혈액수거가 가능하며, 이에 따라 양질의 동물성단백질을 2,500% 정도 증산할 수 있었다는 계산이 나온다.

이 외에도 혈액의 폐기에서 야기되는 공해 문제의 해결에도 도움이 될 수 있어 혈액을 수거·이용하는 일은 일석이조의 효과가 있는

작업이라 생각된다.

본고에서는 혈액의 영양적 특성 및 식품에의 이용가능성에 대해 검토해 보고자 한다.

2. 혈액의 영양적 특성

혈액의 영양적 특성은 크게 단백질적인 측면과 철분공급원으로서의 측면이 있다.

동물의 혈액중에는 약 18%의 단백질을 함유하고 있으며, 혈액에 항응고제를 넣어 응고를 방지한 후 원심분리하면 부피로 약 70%를 이루는 혈장과 약 30%를 이루는 혈세포부분으로 나뉘어진다. 그러나 단백질의 양에 있어서는 혈장에 20%, 나머지 80%는 혈세포부분에 들어 있다.

이와 같은 혈액 및 분별물의 필수아미노산 조성은 <표 1>과 같다. 표에서 보는 바와 같이 혈액은 isoleucine이 부족하고 methionine의 함량은 낮으나 대단히 좋은 단백질자원임을 알 수 있다. 따라서 이와 같은 아미노산이 풍부한 sodium caseinate 등과 혼합하여 사용하면 영양적인 문제점은 없다고 사료된다. 또한 혈액은 lysine, leucine 및 valine의 좋은 공급원이다.

혈액의 이용에 따른 또 하나의 잇점은 철분의 좋은 공급원이 될 수 있다는 것이다. 인간의 대사과정중 철분은 여러가지 중요한 기능

〈표 1〉 혈액 등의 필수아미노산 조성

필수아미노산	필수아미노산 함량 (g아미노산/100g단백질)					
	혈액	혈장	글로빈	우육	카제인	FAO요구량 (어린이)
Isoleucine	0.9	2.55	0.2	4.1	6.6	3.7
Leucine	13.2	9.87	13.8	7.2	10.1	5.6
Lysine	9.7	8.95	10.5	7.9	8.2	7.5
Methionine+Cystine	2.6	(0.47) ^a	(1.7) ^a	3.9	3.7	3.4
Phenylalanine+tyrosine	10.7	8.97	(7.9) ^b	7.3	5.8	3.4
Threonine	4.8	6.72	3.8	3.8	4.5	4.4
Tryptophan	1.4	1.14	2.0	0.6	1.5	0.5
Valine	8.7	5.06	9.4	4.6	7.4	4.1

a : 메치오닌 뿐임.

b : 페닐알라닌 뿐임.

을 수행하고 있으나, 이의 주기능은 산소의 운반이라 할 수 있다. 전세계적으로 보았을 때 수백만명이 철분의 결핍에 기인된 빈혈증에 시달리고 있으며, 저개발국가 및 특히 임신부에 있어서는 현저하게 나타나고 있다.

이와 같은 빈혈증을 막아줄 수 있는 철분의 공급원은 크게 혈액에 들어 있는 헴철분과 일반식품에 들어있는 비헴성철분으로 나눌 수 있고, 일반적으로 헴철분은 비헴성철분보다 신체에 이용성이 높다. 이는 비헴성철분의 이용성은 식사중에 함유된 다른 이용촉진인자 및 억제인자에 의해 크게 영향을 받아, 같은 양의 비헴성철분을 섭취하여도 그 이용도에 있어서는 호밀과 같이 섭취할 때와 쇠고기와 같이 섭취할 때는 10배 정도의 차이가 난다. 그러나 헴철분은 다른 인자에 의해 거의 영향을 받지 않고 섭취 후 내장에 있는 친화력이 높은 헴리셉터(heme receptor)에 의해 선택적으로 철분 포피린체 그대로 흡수, 이용되기 때문이다(Conrad 등, 1967).

즉 12지장에서 헤모글로빈은 헴과 적은 양의 철분으로 갈라지고, 이 헴이 포피린체 그대로 흡수된다. 그후 소장 세포내에서 효소에 의거 철분은 헴으로부터 유리되고, 신체의 철분 요구에 따라 흡수·이용되게 된다. 따라서 혈액은 다른 식품보다 대단히 좋은 철분공급원이라 할 수 있다. 그러나 혈액의 헴철분은 가열등에 의해 비헴성철분으로 변질되기도 하

는데 그 이유는 포피린링(porphyrin ring)의 산화적 해리에 의해 헴철분 복합체로부터 철분이 유리되기 때문인 것으로 알려지고 있다. 이와 같은 헴철분의 비헴성철분으로의 변질은 혈액의 철분이용도를 어느 정도 감소시킬 수 있다.

3. 혈액의 식품에의 이용

가. 혈액의 수거

식품에 혈액을 사용하기 위하여는 무엇보다 먼저 위생적인 혈액 채취과정을 거쳐 수거된 것이어야 하며 반드시 건강한 동물의 혈액만을 식용으로 사용하여야 한다.

혈액을 위생적으로 다량 수거하기 위한 혈액수거기는 여러 회사에서 제조, 시판되고 있으며 대략적인 동작조건은 다음과 같다. 먼저 실신된 도축의 경부대동맥에 살균된 혈액채취칼을 꽂아 호스를 통하여 집혈탱크에 혈액을 수거한다. 이때 혈액의 1% 정도의 항응고제(일반적으로 sodium citrate를 사용함)를 혈액과 혼합하여 응고를 막아준다. 혈액의 수거에는 돼지의 경우, 한마리당 30초, 소의 경우 60초가 소요된다. 이후 도살, 해체된 수축의 검사 결과에 따라 합격된 수축의 혈액은 식용으로 불합격된 수축의 혈액은 비식용으로 사용토록 한다.

이렇게 수거된 혈액은 냉각기를 사용, 냉각

시키고, 그대로 사용하거나 원심분리기에 넣어 혈장과 혈세포부분으로 분리한다. 이와 같이 분리된 혈장 및 혈세포부분은 사용목적에 따라 동결 또는 분무건조를 하거나 탈색처리를 하여 글로빈단백질을 제조한다. 일반적으로 소시지용 혈장은 동결품을 사용한다(Wismer-Pederson, 1979).

나. 전 혈액의 이용

혈액의 이용방안에는 혈액전체를 이용하는 방법, 혈액을 분리하여 혈장만을 그대로 또는 농축하여 사용하는 방법 및 혈세포부분중 핵을 제거하고 글로빈단백질을 제조하여 사용하는 방법등 3가지가 있다. 이 중 전혈액을 가공식품에 사용하는데는 선택을 검게하고 특이취가 있어, 대부분의 경우 육제품 특히 소시지 등 유화형 육제품에 한정되게 된다.

지금까지 혈액을 그대로 이용한 제품에는 외국의 경우 혈액소시지, 혈액푸딩이 있고 우리나라의 경우 순대, 선지국등이 있으나 아직 극히 일부분만이 이용될 뿐 대부분의 혈액은 그대로 폐기되고 있어 앞으로 이의 이용에 좀더 많은 노력이 필요하다고 하겠다.

즉 혈액의 첨가는 제품의 가격을 낮추는 효과뿐만 아니라 철분의 공급이라는 좋은 점이 있기 때문이다. 예를 들어 27%의 혈액을 첨가한 소시지는 kg당 80mg의 철분공급이 가능하나 같은 양의 쇠고기와 돼지고기 섭취시는 17mg과 8mg의 철분공급만이 가능하다.

그러나 어느 경우이든 혈액을 가공식품에 이용하는데 있어서는 제품의 기호성에 나쁜 영향을 주어서는 안될 것이며, Slinde와 Martens(1982)가 아질산염을 넣지 않은 소시지에 혈액첨가효과를 검토시, 2% 이하를 넣은 경우에는 혈액을 넣지 않은 경우 보다 선택 및 맛을 증진시켰다고 하였다. 또한 첨가된 헤모그로빈은 제품의 중심온도를 78°C에서 5분간 가열시 완전히 응고되었으며, 이 이상 가열시는 이취 및 선택을 나쁘게 한다고 보고하고 있다. 본 실험은 아질산염을 넣지 않은 제품이어서 그대로 적용하기에는 어려움이 있으나

일반적으로 혈액을 첨가하면 이취 및 선택, 특히 밝기에 문제가 나타난다.

이와 같은 점을 해결키 위해 혈액을 지방과 같이 유화시킴으로 혈액의 선택을 옅게 하여 제품에 넣는 시도가 되고 있다. Oellingrath와 Slinde(1985)가 미트로프 제조시 이와 같은 혈액유화물을 사용하고 있다. 혈액유화물은 일반적으로 녹인 돈지방(42%), sodium caseinate (6%), 피(27%) 및 물(25%)을 고압을 사용, 유화시켜 제조하며, 이와 같은 혈액유화물은 선택에 영향없이 5% 정도 이용이 가능하다. 또한 제조경비는 고기의 반정도이며, 영양적으로도 결체조직이 많은 부스러기 고기보다도 오히려 우수하고 철분도 3배 이상 함유하게 된다.

이외에 혈액을 먼저 아질산염과 아스콜빈산을 사용, 발색시켜 첨가하는 시도가 있었으나, 제품의 밝기에는 영향을 주지 못하였으며 앞으로 발색조건 및 첨가비율 설정에 좀더 많은 연구가 필요하다고 하였다.

다. 혈장의 이용

혈장은 연분홍색을 띠는 단백질 8% 정도를 함유한 액체로써 실질적으로 어떤 식품에는 이용이 가능하다고 볼 수 있다. 독일에서는 이미 2차대전중에 분무건조된 혈장을 계란 대체용으로 사용한 적이 있으며, 현재 외국에서는 상업적으로 혈장단백질 농축물이 분말 또는 동결상태로 시판되고 있다.

어떠한 단백질의 식품에서의 이용성을 알아보기 위하여는 크게 열에 의해 형성되는 결화특성, 기름을 유화시킬 수 있는 유화력 및 엔젤 케이크 등 빵에 이용되는 기포를 형성하는 기포성을 검토해 보아야 하며, 이를 전체적으로 나타내는 용해성에 대해서도 알아보아야 한다.

혈장의 가공적성중 겔화 특성은 72~92°C 사이에서는 온도가 올라감에 따라 형성되는 겔의 강도는 증가하였으나 겔 형성에 따른 보수력에 있어서는 77°C 이상에서와 pH 7 이상에서는 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 육제품에 혈장을 이용시는 통상적인

가열온도인 70~72°C보다 높은 75~77°C를 사용하는 것이 좋다고 하였다(Hermansson과 Lucisano, 1982). 이와 같은 혈장의 겔화는 혈장내의 disulphide 결합이 가장 큰 역할을 담당하였으며 소수성 및 수소결합도 겔화에 중요한 기능을 한다.

이와 같은 혈장을 DEAE-Sephadex를 사용하는 이온교환수지로 분별해 보면 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 이때 첫째 부분은 주로 fibrinogen, γ -globulin, β -globulin과 α_2 -globulin으로, 둘째부분은 α_1 -globulin으로, 셋째 부분은 albumin으로 이루어져 있으며 건물량 기준으로 단백질 함량은 각각 78, 70, 및 76%였다고 했다. 이와 같은 혈장분별물의 겔화특성을 알아보기 위해 케이크 제조시 각 혈장분별물은 전혈장보다 약한 겔을 형성하므로 각 부분별 상승작용이 있음을 알 수 있었고, 전혈장이 만드는 겔도 가열온도 및 시간에 따라 증가하나, 일반적으로 빵에 이용되는 계란흰자는 약해지는 성질이 있으므로 케이크 제조시 단백질 대신 혈장을 대체시는 비교적 소량만이 가능하다고 하였다(Howell과 Lawrie, 1984).

또한 혈장단백질의 유화력에 있어서는 글로빈단백질보다는 높고 적육과 비슷한 수준으로 보고되고 있다(Caldirioni와 Ockerman, 1982).

혈장단백질의 기포성을 알아보기 위하여 Khan 등(1979)은 빵제조시 밀가루의 10%까지 혈장단백질로 대체하였던 바 2~6% 대체시에는 빵의 부피는 유의하게 증가되나 색깔이 검어지고 조직이 거칠어진다고 하였다. 그러나 2% 대체시에는 기포성의 열화는 없었으며, 단백질 및 라이신함량을 각각 15% 및 75% 증가시킬 수 있었다고 하였다.

또한 계란의 30%까지 혈장단백질로 대체하여 엔젤케이크 제조시, 대체비율이 높아질수록 기포력이 낮아지고 엔젤케이크의 부피를 감소시켰다고 하였다. 그러나 기포성을 나쁘게 할 정도는 아니었으며 혈장단백질의 가공조건에 따라 기포성에는 많은 차이가 있었다고 하였다.

혈장의 영양적 측면에서는 Del Rio De Reys

등(1980)이 닭혈액의 혈장을 빵 제조시 2.5 및 5% 첨가하면 빵의 단백질효율이 0.87에서 각각 1.67 및 2.02로 증가된다고 하였고, 이와 같은 닭혈장의 소화율은 90% 이상이고 단백질효율도 2.8로 2.5인 케이션보다 높다고 하였다.

혈액으로부터 바로 분리된 혈장은 단백질농도가 낮고 염농도가 높아 그대로 사용하기에는 어려움이 있어 이로부터 혈장단백질추출물을 제조하기 위한 시도가 여러 학자에 의해 이루어졌다. 지금까지 한외여과법 등이 검토되었으나 시설비의 과다로 경제적 가치가 적어 혈장에 alginate, pectate 및 CMC(carboxymethyl cellulose)를 첨가하여, 이 복합전해질 물질과 혈장이 비수용성 복합체를 형성토록하여 이온강도 0.001 이하에서 혈장내 단백질의 90% 이상을 침전, 회수하는 방법이 시도되었으며(Imeson 등, 1978), 이외에 Etheridge 등(1981)은 혈장에 sodium hexametaphosphate (0.6N 용액)를 혈장의 5배를 넣어 결합체를 형성시킨 후 3N HCl를 사용 pH 4.4로 보정하고 결합체로 침전시켜 회수한 후 이를 0.5N NaOH로 pH 6.5로 보정, 재용해시킨 후 분무건조하여 인산화된 혈장단백질추출물을 만드는 방법을 제시하였다. 이와 같이 제조된 혈장단백질 추출물의 단백질농도는 82% 정도였으며 pH 5.0~8.0 사이에서 완전히 용해됨을 알 수 있었다. 또한 본 단백질의 기포력은 단백질 및 한외여과법으로 제조된 혈장단백질 추출물보다 높았고 아미노산조성에 있어서도 큰 차이가 없었으나 tryptophan이 부족하였다고 하였다.

이외에 혈장에 조직감을 주어 고기와 유사한 조직 및 맛을 가지는 제품을 생산하려는 시도가 있었다(Imeson 등, 1980). 즉 혈장에 2%의 sodium alginate를 넣어 반죽을 형성시킨 후 5% CaCl₂(pH 4.0) 용액에 사출, 섬유화시킴으로써 조직화하였는데 이와 같이 생산된 혈장섬유의 인장강도는 주로 sodium alginate 내의 guluronic acid의 양 및 분자량에 따라 좌우된다고 하였다. 이외에 응고액의 종류

별, 농도별에 대한 인장강도에 영향 및 혈장 반죽제시 carragenan이나 CMC의 사용가능성도 검토되었다.

경제적인 측면에서는 혈장단백질은 다른 단백질원에 비해 가격우위를 가져야 하는데 미국의 경우 건조혈장의 톤당 생산가는 2,400불 정도이므로 계란단백분의 5,000불에 비해 반 이하의 가격으로 알려지고 있어 경제적 타당성도 있을 것으로 사료된다.

라. 글로빈단백질의 이용

혈액을 혈장과 혈세포부분으로 분별시 전체 단백질의 80% 정도는 혈세포부분에 있으므로 이 혈세포부분에서의 단백질의 회수·이용은 혈액이용을 위한 중요한 전제가 된다. 그러나 헤모그로빈이 가지는 특이취(주로 헤모그로빈의 철분에서 기인된 철분취임) 및 색택변이 때문에 사용에 어려움이 있어 헤모그로빈중 헴만을 제거하여 글로빈단백질을 제조, 이용하고자 하는 시도가 되고 있다.

이중 가장 처음 시도된 방법은 산성화된 아세톤을 이용, 헴부분만을 제거하는 방법으로 일반적인 공정은 다음과 같다(Tybor 등 1975).

즉 혈세포부분에 한배의 물을 넣어 용혈을 일으킨 후 이곳에 1/4의 클로르포름을 넣어 stroma를 제거한다. 그후 이 헤모그로빈용액의 pH가 4.0이 되도록 ascorbic acid를 넣어(단백질 12g에 대하여 2g 정도) 강하게 교반시키면 헤모그로빈은 choleglobin으로 변질된다. 이와 같은 공정은 다음의 헴 제거공정중 porphyrin의 용출을 용이하게 하기 위한 것이다. 이 choleglobin에 산성화된 아세톤을 4배 가하여 강하게 혼합하면 헴부분은 아세톤에 용축되고 글로빈단백질은 침전되어 회수가 가능해진다. 이렇게 회수된 단백질은 물에 재용해시켜 분무건조등 방법으로 글로빈단백질 추출물을 제조한다. 이와 같이 제조된 글로빈단백질은 isoleucine과 methionine은 부족하지만 영양학적으로는 대체적으로 우수하였으며 미생물학적으로도 안전하다고 하였다. 또한 가공적성면에서는 혈장단백질보다 우수한 기포

력과 기포안정성을 나타내었다. 그러나 pH에 따라 크게 기포성이 바뀌어 pH 6.0에서 최대치를, pH 7.2에서 최소치를 나타내었는데, 이는 본 단백질의 용해도와 비슷한 수치로 글로빈단백질의 등전점 때문인 것으로 보고되고 있다.

그러나 상기와 같은 유기용매 사용방법은 비용이 높아 사용에 어려움이 있어 Hayakawa 등(1982)은 CMC 칼럼을 통과시켜 글로빈단백질추출물의 제조방법을 제시하였다. 본 글로빈단백질은 pH 5.0 이하에서는 100°C까지 가열하여도 용해도를 대부분 유지하였고 ovalbumin과 serum albumin의 열응고를 막아주는 효과도 있었다. 그러나 pH 5.2~5.4 사이에서 가열시에는 점도가 급격히 증가하여 겔을 형성하였으며 이와 같이 형성된 겔은 단백질농도 3.0% 이상에서도 투명하였다고 보고하였다.

이외에 Autio 등(1984)은 혈장에 CMC를 첨가하여 글로빈단백질을 제조하였다. 즉 혈세포부분에 물을 가하여 용혈을 일으킨 후 HCl을 사용, pH를 3.0 이하로 보정한다. 이곳에서 농도의 CMC용액을 가하여 CMC와 헴을 결합시키고, 결합침전된 헴-CMC 결합물을 원심분리 후 제거하고, 글로빈 용액만을 한외여과 방법으로 농축후 분무건조하였다. 이때 제품중 남아 있는 CMC의 양은 건물량기준으로 0.5% 이하였으며 본 제품의 가공적성은 대두단백질, 락트알부민 및 글루테인보다 높은 보수성을 나타내었으나 이와 같은 보수성은 pH 증가에 따라 감소하여 특히 pH 6.0 이상에서는 급격히 감소한다고 하였다. 또한 겔형성 능력은 5%용액의 경우, pH 5.2~5.8에서 95°C로 가열시 단단한 겔을 형성하였다고 하였다.

일반적으로 글로빈단백질은 pH 7.0 부근에서 가장 낮은 용해도를 나타내며 이에 따라 이 부근에서의 기포성 및 유화력도 대부분 낮다. 또한 글로빈단백질의 유화력은 혈장단백질보다 대단히 낮다. 따라서 이와 같은 글로빈단백질의 유화성을 높이기 위한 시도가 Nakamura 등(1984)에 보고되었는데 글로빈단

백질을 아세틸화시키면 등전점 부근에서 낮았던 유효력은 증가되나 산성 pH지역에서 유효력은 오히려 감소되었고, 펩신처리도 효과가 없었다고 하였다. Quaglia와 Massacci(1982)는 항응고성 효소를 이용한 전혈의 탈색방법을 제시하였다.

4. 맺음말

지금까지 혈액의 식품제조에의 이용가능성에 대해 알아보았다. 다시 말해서 혈액이란 이용기술에 따라서 별다른 이질감이 없이 식품에 이용이 가능한 좋은 동물성단백질 자원이라 볼 수 있다.

특히 우리나라와 같이 많은 양의 단백질자원을 외국에서 수입하고 있고 또한 동물성단백질의 섭취량이 적은 나라에서는 이의 활용방안에 대한 좀더 적극적인 연구개발이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Autio, K. et al. (1984) J. Food Sci. 49 : 859.
 Caldironi, H.A. and Ockerman, H.W. (1982) J. Food Sci. 47 : 405.
 Conrad, M.E. et al. (1967) Gastroenterology, 53 : 5.

Del Rio De Reys, M.T.E. et al. (1980) J. Food Sci. 45 : 17.
 Etheridge, P.A. et al. (1981) J. Food Sci. 46 : 1782.
 Hayakawa, S. et al. (1982) J. Food Sci. 47 : 1415.
 Hermansson, A.-N. and Lucisano, M. (1982) J. Food Sci. 47 : 1955.
 Howell, N.K. and Lawrie, R.A. (1984) J. Food Sci. 19 : 297.
 Imeson, A.P. et al. (1980) J. Food Technol. 15 : 319.
 Imeson, A.P. et al. (1978) J. Food Technol. 13 : 329.
 Khan, M.N. et al. (1979) J. Food Sci. 44 : 274.
 Nakamura, R. et al. (1984) J. Food Sci. 49 : 102.
 Oellingrath, I.M. and Slinde, E. (1985) J. Food Sci. 50 : 1551.
 Quaglia, G.B. and Massacci, A. (1982) J. Sci. Food Agric. 33 : 634.
 Slinde, E. and Martens, M. (1982) J. Sci. Food Agric. 33 : 760.
 Tybor, P.T. et al. (1975) J. Food Sci. 40 : 155.
 Wismer-Pedersen, J. (1979) Food Technol. 33 (8) : 76.

<91面에서 계속>

7. 분석 및 시료채취방법

7.1 시료채취방법

시료채취는 포장식품에 관한 FAO/WHO 국제식품규격 시료채취계획에 따른다. (1969) (AQL-6.5) (CAC-RM 42-1969 참조)

7.2 물기물 뎀 무게 측정

FAO/WHO의 국제식품규격방법(가공 과일 및 야채에 관한 FAO/WHO 국제식품규격분석법, CAC/RM 36-1970, 물기물 뎀 무게 측정—방법 I)에 따른다.

그 결과는 밀봉한 용기가 최대로 함유할 수 있는 20°C 증류수의 양을 근거로 측정하여 %m/m으로 나타낸다.

7.3 시럽측정(굴절계 방법)

AOAC(1970)방법에 따른다. (AOAC의 공식분석방법, 1970, 31.001, (고형분)굴절계(4)를 사용, 공식적 최종조치(그리고 47.015와 47.012)

그 결과는 불용성 고형분, 산도 또는 전화당분은 그대로 두고 온도만을 20°C 정도로 조정하여 자당의 %m/m ("Brix도")로 표시한다.

7.4 통조림의 물 수용량

FAO/WHO 국제식품규격방법(가공 과일 및 야채에 관한 FAO/WHO 국제식품규격분석법, 제 2집, 통조림의 물 수용량 측정—CAC/RM 46-1972)에 따른다.

그 결과는 통조림이 최대로 함유할 수 있는 증류수 20°C의 부피로 나타낸다.