

베타인을 원료로 하는 조미료와 그 사용효과

사야마 코우지

일본첨채제당(주)종합연구소

들어가며

현재, 세계의 설탕생산량은 연간 1 억톤정도이며, 그 중 비토당의 비중은 약 37%이다. 생산 코스트가 낮은 감자당에 대항하기 위해, 비토당생산국에서는 그에 대응한 보호정책이 실시되었다. 일본의 비토당은 북해도에서만 생산되는 지역산업이지만, 정부의 보호정책하에서 성립되어 있다. 국내외의 강한 농업보호정책비판안에서도 당(糖)업자는 생산코스트를 낮추기 위한 노력을 하고 있다. 부산물의 용도개발도 그 일환이다.

베타인은 비토의 비당성분으로서 가장 함유량이 많은 그룹에 속하고 있으며, 비교적 용이하게 회수할 수 있는 점에서, 예전부터 그 용도개발이 검토되어 왔다. Clarke 에 의하면, 베타인은 현재 금속맥키, 닭의 비타민인자, 생선류의 정미개선제로서 사용되어 왔다. 금속맥키 분야에서의 사용량은 불명확하다. 배합사료의 분야에서는, 예를 들면 유럽에 있어서는 닭이나 돼지등 단위(單胃)동물의 사료첨가물로서, 그리고 양어용사료, 애완동물의 사료로서 연간 3000 톤정도가 사용되고 있다고 한다. 일본도 닭의 사료첨가물로서 일부 메이커에서 사용되고 있다.

한편, 식품가공분야에서의 용도개발은 일본이 가장 발전돼 있다. 우리는 1970 년대부터 파이롯트플랜트를 이용해, 비토당밀로부터 베타인을 시험적으로 만들어, 시장개발에 힘써 왔다. 당초의 개발은 베타인을 태우면 새우타는 냄새가 난다는 점을 이용해, 예비센(새우깡)에 첨가 가능한 지를 검토하는 것이었다. 실용화까지는 가지 못했지만, 실험과정에서 베타인에 바타를 쉽게 녹이는 성질이 있는 것을 발견, 특허를 얻었다. 지금까지 베타인을 식품개발에 이용하는 방법을 연구해 왔다. 여기서는, 식품가공 분야에 있어서 베타인의 시장개발의 경위, 조미료로서의 용도에 대해 소개한다.

1 수분활성조정제로서의 베타인의 용도

1976 년, 이노우에와 가와사키(인명)는 가공식품의 품질개선방법이라는 이름으로 특허를 제출했다. 식품의 가공공정에 베타인을 첨가해 가열처리하거나 가공후 베타인을 첨가/침투시켜 가열하면 식품의 보존성이 개선된다는 내용이었다. 베타인의 첨가량은 2-8%가 양호하다고 전했다. 베타인을 식품의 보존성향상에 이용한 것은 이 특허가 처음이라고 여겨진다. 당시는 AD-2 의 사용이 금지돼 식품의 보존성을 개선하는 유효한 천연첨가물의 개발이 요구되는 실정이었기때문에, 관련 업계의 주목을 모았다.

우리도 이 특허에 관심을 가지고, 추가시험에 들어갔다. 우선, 가지고 있던 보존균를 이용해 베타인의 항균스펙트를 그리신의 항균스펙트에 비교해, 결과를 표 1 에 넣었다.

베타인의 최소발육저지농도(MIC)는 그리신보다 매우 높은 것이 인정돼, 그다지 높은 항균성을 가지는 것으로는 보여지지 않았다. 또한, 가열의 효과에 대해서도 균주에 따라서는 베타인이 보호적으로 작용하는 것이 인정됐다.

그러나, 흥미있는 결과도 나왔다. 즉, 그림 1 에서 보는 바와 같이, 베타인의 항균스펙트가 식염의 항균스펙트가 아주 유사하다는 것이다. 또한, MIC 의 수분활성의 수치와 각균주의 증식에 필요한 최저수분활성의 문헌치를 비교하면 매우 유사하다는 것이다.

표 1 베타인과 그리신의 항균스펙트럼

균주	최소 발육 저지 농도 (g/L)	
	베타인	그리신
<i>Bacillus megaterium</i> IAM 1030	22	1 >
<i>Bacillus subtilis</i> IAM 1059	26	1 >
<i>Pseudomonas fluorescens</i> IAM 12022	16	6
<i>Staphylococcus aureus</i> IAM 1011	32	8
<i>Escherichia coli</i> IAM 1239	18	2
<i>Serratia marcescens</i> IAM 1162	20	10
<i>Brevibacterium</i> sp.	24	14 <
<i>Candida utilis</i> IFO 0396	16	14
<i>Candida albicans</i> IFO 0579	30	14 <
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> AIU 3027	26	14 <
<i>Hansenula anomala</i> IFO 0118	30	14 <

<배양조건>
 細菌は標準寒天培地を基礎培地として 30℃, 5日間培養した。酵母は YM 寒天培地を基礎培地として 25℃, 5日間培養した。

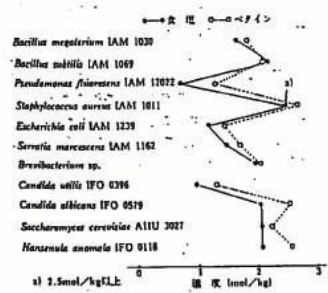


표 1 베타인과 그리신의 항균스펙트

그림 1 베타인과 식염의 항균스펙트

이상의 결과로 보아, 베타인에는 그리신과 같은 특수한 항균력은 존재하지 않고, 식염과 같이 수분활성저하 작용에 의해 약간의 항균성을 가진다고 여겨졌다. 그 후, 이러한 수분활성의 관점에서 실험을 실시, 얻어진 결과를 소개한다.

그림 2 에 베타인의 각농도에 있어서의 수분활성의 측정치를 보인다. 베타인 농도의 증가와 함께 수분활성치도 저하, 특히 고농도역에서의 저하도가 컸다.

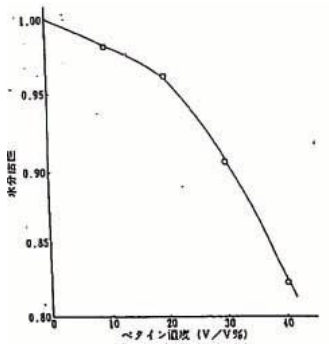


그림 2 베타인수용액의 수분활성측정치

한편, 수분활성 A_w 는 Raoult 의 법칙이 적용되는 농도범위에서 다음과 같은 식이 성립했다.

$$AW=Nw/(Nw+Ns)$$

단, NW 는 용액중의 물의 몰수, Ns 는 동용액중의 용질의 몰수이다. 어떤 물질의 수분활성과 농도를 알고 있는 경우, 이 식으로부터 그 물질의 분자량을 구하는 것이 가능하다. 예를 들면, 베타인 10%용액의 수분활성은 $A_w=0.98$ 이다. 이 것으로부터 베타인의 분자량을 구하면 다음과 같다.

$$(90/18)/(90/18+10M)=0.98$$

이로부터 $M=100$ 라고 계산된다. 이 수분활성에서 구해진 분자량을, 여기서는 활성분자량이라고 부르기로 한다. 여러가지 수분활성측정결과로부터, 상용되는 농도범위에서의 각종수분활성조정제의 활성분자량을 구해, 분류한 결과를 표 2 신는다. 활성분자량은 분자량에 거의 비례하며, 분해도에 반비례한다. 따라서, 활성분자량이 작은 물질일수록 수분활성을 저하시키며, 침투압을 높이는 것이 예상된다.

表 2 活性分子量 (假称) による水分活性調整劑の分類

活性分子量	食塩に対する比	使用濃度	水分活性調整劑 (分子量)
33	1	5~15(%)	食塩 (58.5)
70	2	5	乳酸ナトリウム (112), 酢酸ナトリウム (82)
100	3	10	ベタイン (117), グリシン (75), グリセリン (92), L-グルタミン酸ナトリウム (187)
150	4.5	10~30	グルコース (180), ソルビ톨 (182), プロピレングリコール (76)
300	9	5~40	蔗糖 (342)

표 2 활성분자량(가칭)에 의한 수분활성조정제의 분류

한편, 표 2 의 결과로 부터, 활성분자량으로 비교 할 경우 베타인과 그리신은 식염과 같은 레벨의 수분활성에 3 배의 농도를 필요로 한다. 이것을 확인하기 위해, 그리신이 항균작용을 하지 않는 것으로 알려져 있는 균을 이용해 실험했다. 즉, 공시균주로서 *Aspergillus niger* IAM3001 을 사용, YM 한천배지상에 코로니의 생육속도를 25 도로 측정했다. 결과를 그림 3 에 보인다. 식염의 경우, 농도 10%에서 코로니의 생육이 거의 정지되는 것에 비해, 베타인에서는 예상대로 3 배의 농도의 30%에서 생육이 멈췄다. 그리신에서는 용해도가 낮고, 농도 13%까지 밖에 실험하지 않았지만, 베타인과 거의 같은 경향이었으며, 생육을 정지시키기 위해서는 30%의 농도를 필요로 하는 것으로 예상됐다. 이것으로 보아, 베타인은 그 수분활성저하작용에 의해 미생물의 생육을 저지한다는 점, 수분활성조정제의 효과를 예측하는 데 있어 활성분자량의 척도로서 유효성이 있다는 점을 알 수 있다.

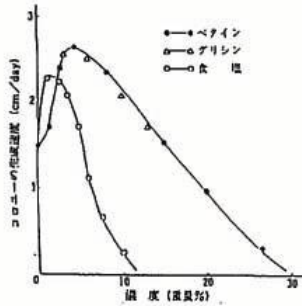


그림 3 코로니의 생육에 대한 베타인, 그리신, 식염의 영향

베타인의 보존료로서의 효과가 그 수분활성저하작용에 기인한단는 점으로 보아, 사용농도를 높이지 않는 이상 효과를 보기가 힘들다. 여러가지 식품에 베타인을 첨가해 실험한 결과, 명확한 효과를 얻는데는 통상 10%이상의 첨가가 필요하다는 결과가 나왔다. 그러나, 베타인을 다량첨가 할 경우, 제품의 맛에 영향을 끼치게 된다. 따라서, 베타인을 단독으로 사용하는 것은 곤란하며, 다른 수분활성조정제와의 조합이 필요하다.

그런데, 그림 2 에서 알 수 있듯이 수분활성치가 $A_w=0.8$ 이하에서는 약간의 베타인 사용량으로 수분활성이 크게 저하된다는 가능성이 시사되었다. 따라서, 중간수분 식품등을 대상으로, 베타인의 유용한 용도를 개발할 수 있는 가능성이 있다. 실제로 $A_w=0.74$ 의 카드상식품에 베타인을 4%첨가 할 경우, 맛에는 아무 영향없이 $A_w=0.68$ 까지 저하시켜, 탈산소제가 필요없게된 경우도 있다. 이 수분활성역에서 식염과 그리신은 용해되지 않기 때문에 사용하는 것이 곤란하지만, 베타인은 쉽게 용해되어, 효과를 발휘하는 것으로 여겨진다. 앞으로도 이 분야에서의 베타인의 용도개발이 기대되어진다.

2 조미료로서의 베타인의 용도

이노우에와 가와사키(인명)의 특허이래, 다수의 연구기관에서 베타인의 향균작용에 관한 테스트를 실시했다. 결과는 저자가 얻은 식견과 거의 비슷한 것으로, 베타인을 보존료로 사용하려는 움직임은 급속히 식어갔다. 그러나, 이러한 실험의 과정에서 베타인의 특성, 특히 맛을 내게하는 특징에 대해 관심을 갖는 연구가가 증가했다. 계맛을 내는 어묵에 사용하면 그 맛이 좋아진다는 연구가 있다. 현재, 베타인이 가장 많이 사용되고 있는 곳은 수산물가공식품분야이다.

베타인의 정미성(좋은 맛을 내는 성분)에 대해서는 오오타(인명)가 그 특성에 대해서 설명하고 있다. 그에 따르면, 베타인은 단맛과 약간의 맛있는 맛을 가지고 있다. 그 위에

- (1) 식염의 짠맛에 대한 베타인의 영향은 없다.
- (2) 설탕/아라닌/그리신의 단맛에 대해, 베타인은 자신의 단맛성분의 정도만 단맛을

강하게 한다.

(3) 주석산의 신맛에 대해, 베타인은 그 신맛을 약하게 한다.

(4) 그루타민산나트륨이노신산나트륨의 맛있는 맛에 대해, 베타인은 자신의 성분정도만 맛있는 맛을 강하게 한다.

베타인이 수산물에 넓게 분포해, 그 맛에 관여하고 있다는 점은 이전부터 지적되어 왔다. 한편, 최근의 기계분석의 진보에 의해, 각종식품의 성분분석이 용이하게 되었다. 상세하게 분석된 정미성분을 재합성/분리하는 등 그 기여정도를 조사하는 오밋션 테스트도 가능하게 되었다. 예를 들면, 시마스(인명)에 의하면 전복은 그루타민산과 아테니르산으로 구성되는 맛있는 맛에, 그리신과 베타인에 의한 단맛에 의해 기본적인 맛이 만들어 지는 것으로 밝혀졌다, 그리고, 그리코젠이 전체적인 맛과 식감을 만들고 있다고 설명했다. 꽃게엑기스의 경우, 정미성분으로 그리신/아라닌/그루타민산/아르기닌/아테니르산/그아니산/시치질산/베타닌/나트륨/칼륨/염소/린산의 12 개 성분이 인정되었다. 가리비엑기스의 경우에는 그리신/그루타민산/아라닌/아르기닌/ AMP/나트륨/칼륨/염소의 8 개 성분이 유효했다. 통계적인 차이는 없었지만 베타인도 정답수가 많았다고 보고 되었다. 또한, 동북지방의 진미인 명게에도 베타닌이 다량 함유되어 있다.

베타인은 새우/오징어/문어/게등의 수산무척추동물에 넓게 분포되어 있으면, 이 정미성분이 직간접적으로 맛에 영향을 끼치는 것이 알려졌다. 또한, 앞에서 설명한 게맛을 내는 어묵에 사용되어 본래의 맛에 가깝게 하는 노력도 계속되고 있다.

한편, 앞에서 설명한 오오타(인명)의 보고에서도 알 수 있듯이, 베타인에는 유기산의 산미를 약화시키는 작용이 있으며, 실제로도 이용되고 있다. 또한, 식품의 경우에도 짠 맛을 약화시키는 효과도 있다. 예를들어, 젓갈의 경우 첨가량 1% 이하에서 큰 효과를 낸다. 저자의 경험으로는 3%정도 첨가해도 맛에 영향을 끼치는 일 없이 염분을 줄이는 것이 가능했다. 현재, 젓갈등 많은 수산물가공식품의 조미에 베타인의 용도개발이 진행중이다.

베타인의 사용형태는 통상 그라뉴당의 백색결정이지만, 소비자의 요구에 의해서는 100 멧슈스르의 분말상태로의 출하도 가능하다. 통상 20kg 포장이지만, 흡습성이 높기 때문에 요구에 따라서는 1kg 포장(20kg 들이)로도 출하하고 있다. 1988 년의 출하량은 60 톤에 이르렀다.

마치며

베타인의 LD50 에 대해서는 여러가지 보고가 있지만, 쥐실험에서 $18.74 \pm 0.96 \text{g/kg}$ 으로 보고되어, 유독성으로는 여겨지지 않는다. 사료첨가물로서 세계적으로 이용되고 있다. 우리연구소 사료연구팀의 쥐를 이용한 기초연구에서는 베타인이 콜린의 대체물로 이용되고 있고, 간장의 지방레벨을 낮추는 것으로 조사됐다. 이러한 영양생리학적면에서도 베타인에는 유용한 기능을 가지고 있는 것이 조사되었으며, 기능성식품소재로서의 존재가치도 있다.

한편, 식품분야에서의 베타인의 유용성에 대해서 그 이해도가 점점 높아지고 있다. 당초 주목되었던 보존살균제로서의 용도에 대해서는 기대되었던 향균성이 존재하지 않는다는 것이 거의 밝혀 졌다. 그렇지만, 수분활성조정제로서의 기능이 인정되어, 주로 중간수분식품의 분야에서 사용되고 있다. 또한, 조미료의 분야에서도 가공식품의 정미개선에 폭넓게 사용되고 있어, 향후의 전개에 기대가 모아진다.