

감미료 선택, 어떻게 할 것 인가?

이 부 용

특용작물가공팀

감미료는 일반적으로 단맛을 내는 물질로만 알려져 있지만, 그외에도 최종제품의 전체적인 맛, 조직감, 저장성, 가공적성에도 영향을 미치는 등의 여러가지 특성을 갖고 있다.

이러한 감미료 성분들은 실제로 단맛을 나타내지 않는 육류나 스낵, 조미료에도 함유되어 있는 필수적인 성분으로서 그 특성들은 매우 중요하다. 현재 사용되고 있는 다양한 감미료 이외에도 이용가능성이 높은 감미료들이 많이 개발되고 있기 때문에 어떤 제품에 대하여 가장 적합한 감미료를 선택하는 것도 꽤 어려운 일이 되고 있다. 따라서 식품공학자들은 개개 감미료들의 특성을 잘 파악하여 감미료 선택에 신중을 기해야 한다.

1. 탄수화물적 기본원리

성분상으로 볼때 감미료는 모두 탄수화물이다. 즉 자연상태에서는 6탄당의 단당류로 구성되어 있다. 가장 보편적인 단당류는 포도당(glucose, dextrose), 과당(fructose, fruit sugar, levulose), 갈락토스(galactose)이다. 이당류는 2개의 단당류가 합쳐진 것으로서 자당(sucrose=포도당+과당), 유당(lactose=포도당+갈락토스), 맥아당(maltose=포도당+포도당) 등이 있다.

탄수화물을 기본성분으로 하는 감미료들은 모두 단당류나 이당류가 여러가지 방식의 조합으로 구성되어 있다.

어떤 식품에서 감미료 역할을 논할때 식품과학자들은 대개 자당을 기준으로 하여 다른 감미료들을 비교한다. 자당은 광합성에 의해 생성되는 물질로

서 모든 야채와 과일에 실제로 존재하고 있는 성분이다. 상업적으로 자당을 정제하여 시판하는 제조업자들은 주로 사탕수수나 사탕무에 자당 함량이 높으므로 그것들로부터 자당을 추출하여 정제한다.

재배업자들은 사탕수수를 수확하여 마쇄한뒤 즙을 짠 다음, 끓여서 농도를 높이고 결정을 형성시킨다. 형성된 결정은 원심분리하여 결정상태의 원당을 얻는다.

이 원당을 세척하고 여과하여 불순물을 제거시키면 마침내 분말상태의 정제된 자당을 얻게 된다.

사탕수수 정제과정과 유사하지만, 사탕무 정제에서는 원당을 얻고 그 다음 단계가 연속적으로 진행된다. 즉 먼저 사탕무를 세척, 자르고 압착하여 자당이 함유된 즙을 착즙한다. 그 이후는 사탕수수 정제과정과 마찬가지로 진행된다.

정제된 자당은 여러형태로 가공될 수 있다. 식품

공학자들은 최종 제품의 품질에 적합한 형태를 선택해야 한다. 예를들면 자당은 입자크기가 분말상태부터 좁쌀만한 결정크기까지 다양하지만 형태가 다르다고 성분이 다른것은 아니다.

흑설탕(brown sugar)은 당밀과 다른 성분들을 함유하고 있는 자당이다. 이런 성분들로 인하여 흑설탕은 사용되는 제품에 독특한 향미를 주게된다. 흑설탕은 원당을 부분적으로만 정제하여 제조하거나 정제된 원당에 당밀을 혼합하여 제조한다. 따라서 자당이외의 성분농도에 따라 여러가지의 흑설탕이 생산된다. 아주 연한 갈색의 Turbinado설탕부터 짙은 갈색의 흑설탕까지 종류가 다양하다.

당밀은 설탕 정제과정에서 얻어지는 짙은 갈색의 시럽으로서 단맛은 별로 없지만 독특한 향미로 인하여 많이 사용되고 있다.

액상설탕(liquid sugar)은 정제된 액상자당, 전화당(invert sugar)시럽(효소나 산에 의해 자당을 포도당과 과당으로 가수분해 시킨 것), 호박색의 액상자당 등으로 분류된다. 액상자당은 입자형태의 자당과 거의 같은 무게비율로 사용된다. 전화당은 자당보다 단맛이 강하기 때문에 특별한 용도에 주로 사용된다.

2. 옥수수 감미료

옥수수 감미료들은 미국을 비롯한 세계 여러나라에서 널리 사용되고 있다. 미국인들이 즐겨 먹는 옥수수 공급이 쉽기 때문에 널리 이용되기 시작했지만, 옥수수 감미료 사용에 대한 연구는 다른 나라의 식품공학자들이 더욱 많이 하고 있다. 그 이유는 옥수수 감미료가 독특한 기능성을 갖고 있으며, 제조과정의 특성상 여러가지의 감미도와 그에 따른 각각의 기능적 특성을 갖는 다양한 옥수수 감미료들이 생산될 수 있기 때문이다.

네브라스카 링컨 대학의 부교수인 David Jackson박사는 일반적으로 널리 알려진 특징은 아니지만 옥수수 감미료는 최종 제품의 수분 관리 및 그에 따른 제품의 안정성에 큰 기여를 한다고 말하

고 있다. 예를 들면 냉동제과 제품에 사용하면 저장이나 유통시 빙결정 형성을 상당히 감소시킬 수 있다. 또한 많은 제품들에 부드러운 가소제(softening/plasticizing agent)로 사용되어 촉촉하고 부드러운 조직감을 나타낸다.

옥수수 감미료의 기능성을 선택하는 것은 제조과정중에 결정할 수 있다. 옥수수 감미료는 옥수수 전분의 효소나 산에 의한 가수분해공정을 단독 또는 혼합하여 제조한다. 이 제조과정에서 효소의 특성에 따라 각각 다른 기능을 갖는 여러 종류의 옥수수 감미료가 생산된다. 이때 전분의 당 전환율을 D.E.(dextrose equivalent)라 한다. D.E.가 낮은 것은 전분이 당으로 덜 전환된 것으로서 완전히 전환되면 가장 높은 D.E.100이 된다.

D.E.100은 전분이 100% 포도당으로 전환된 것을 의미하며, D.E.값의 범위에 따라 대개 7가지의 옥수수 감미료가 분류되어 있다.

일반적인 옥수수시럽(glucose syrup)은 D.E.20정도를 갖는 정제되고 농축된 용액상의 옥수수 감미료다. 분말 옥수수시럽(dried corn syrup)은 수분이 제거된 상태다.

함수결정 포도당(dextrose monohydrate)은 정제된 결정상태의 포도당 1분자당 물 1분자를 결합시켜 놓은 것이다.

무수결정 포도당(dextrose anhydrous)은 수분이 함유되어 있지 않은 정제된 포도당으로만 구성되어 있으며, 함수결정 포도당 용액을 정제하여 생산한다. 말토덱스트린(maltodextrin)은 20이하의 D.E.값을 갖는 옥수수 감미료로서 액상이나 분무 건조에 의해 분말상으로 생산된다. 전분의 가수분해 초기에 반응을 중지시켜 낮은 D.E.값을 갖도록 하여 주로 단맛을 나타내지 않아야 되는 제품들에 사용되어 특별한 기능을 주게된다. 고과당 시럽(high fructose corn syrup, HFCS)은 정제되고 농축된 용액상으로서 포도당의 일부를 과당으로 전환시켜 흐름성과 단맛을 더욱 증가시킨 제품이다. 결정과당은 옥수수 전분으로부터 얻는 과당을 농축, 정제하여 얻는다.

3. 두가지의 기능적 측면

탄수화물을 기본적인 성분으로 하는 감미료의 기능적 특성은 크게 물리적 특성과 화학적 특성으로 분류된다. 감미료가 갖고 있는 화학적 특성중에 식품시스템에 가장 크게 영향을 미치는 성질은 물과의 반응성이다. 탄수화물 소재의 감미료들은 물에 완전히 용해되어 첨가된 제품과 하나가 될 뿐만 아니라 어떤 경우에는 그 제품의 관능적 특성에도 영향을 미친다. 예를 들어 포도당은 용해시 흡열반응을 하기 때문에 박하향의 제과제품에 사용하면 그 제품을 먹을 때 제품속의 포도당이 녹으면서 입속의 열을 흡수하므로 청량감을 더욱 크게 증가시킨다.

이와같은 포도당의 흡열특성은 발효를 조절하는데도 이용되는데 효모 발효시 발효속도를 늦추기 위해서 설탕의 상당한 양을 포도당으로 대체하면 발효온도를 낮출 수 있기 때문에 속도가 조절된다.

또한 탄수화물 소재의 감미료들은 식품의 삼투압을 높여서 수분활성도를 낮추는 역할을 한다. 어떤 제품의 성공 여부가 저장성에 달려 있다고 할때 미생물의 성장을 억제시키는데 큰 기여를 한다. 옥수수 시럽들은 제품의 유통기간중 강력한 보습효과를 나타낸다. 일반적으로 옥수수 시럽은 D.E. 값이 낮아질 수록 수분활성도를 저하시키는 능력도 감소한다.

Jackson 박사는 기본적으로 여러가지의 옥수수 시럽들을 적절하게 혼합시켜 사용하면 식품의 유리전이온도(glass transition temperature)를 높일 수 있다고 말하고 있다.

이렇게 식품의 유리전이온도가 높아지면 미생물들의 번식을 억제하고 스테일링 방지, 일반적 화학반응을 느리게 하는 등의 넓은 관점에서 식품의 전체적인 안정성이 높아진다.

용액내에 첨가되면 감미료들은 총괄성(colligative properties)을 갖고 있어서 용액의 끓는점을 높이거나 어느점을 낮추거나 한다. 사탕에 들어가는 감미료의 혼합비를 조절한다는 것은 제품을 얼

마나 가열할 것인가를 결정하게 하며 결국 최종제품의 품질에 큰 변화를 주게 된다.

감미료들을 적절하게 혼합하여 사용하면 제과나 제빵에서 많이 사용되는 과일조제품들의 제조시 갑자기 끓어넘치는 비등현상도 방지할 수 있다.

아이스크림이나 냉동디저트에서는 적당히 어느점을 낮추는 것이 필수적이다. 어떤 식품공학자가 자당만 사용하던 배합비를 옥수수 감미료를 혼합하여 사용하는 배합비로 바꾸고자 할 때는 적당한 점조성을 유지시키기 위해서 D.E. 값을 특히 많이 고려해야 한다. 예를 들면 20~58의 D.E. 값을 갖는 옥수수 감미료들은 자당보다도 어느점을 덜 낮춘다. 58~73의 D.E. 값을 갖는 옥수수 감미료들은 자당과 비슷하게 어느점을 낮춘다. 그러나 D.E. 값이 73이 넘어가면 어느점이 너무 낮아져서 유통중에 제품의 얼어 있는 상태가 유지되지 못할 수도 있다.

탄수화물 소재의 감미료들의 화학반응이 물과의 반응만으로 제한된 것은 아니다. 발효과정에서도 옥수수 감미료를 선택할 때 D.E. 값은 매우 중요하다.

일반적으로 발효적성(fermentability)은 D.E. 값이 높을수록 증가한다. 다른 화학반응으로는 탄수화물 감미료들이 최종제품의 색택에 영향을 미친다는 것이다. 고온에서는 자당이 분해되어 노란색으로 되었다가 카라멜 반응에 의해 결국 갈색으로 변한다. 또한 옥수수 감미료들은 식품속의 단백질들과 반응하는 마이알반응에 의해서도 갈색을 나타낸다.

순수한 물리적 관점에서 감미료의 기능은 대상제품의 부피를 늘려주고 바디감(body texture)을 준다는 것이다. 이 특성은 영양적인 이유로 고감미도의 감미료를 대체하고자 할때 꼭 걸리는 문제이다. 이런 부피감 뿐만 아니라 감미료들은 최종제품의 조직감에도 큰 영향을 준다. 대개의 감미료들은 결정화를 조절하는데 기여한다. 즉 자당은 결정성을 높이지만 옥수수 감미료들은 수분보습성이 뛰어나다. 미국에서 1980년대 선풍적인 인기를 끌었

던 소프트쿠키는 자당과 옥수수 감미료의 이와같은 특성차이를 적절하게 이용한 것이었다. 즉 쿠키의 외부생지는 자당을 사용하여 결정상태를 유지시켜 바삭거리게 하고, 내부생지는 옥수수 감미료를 사용하여 결정화를 억제하고 수분을 보습시켜 촉촉한 조직감을 유지시키는 것이다.

자당이나 옥수수 감미료들 이외에도 벌꿀, 물엿, 과일농축액 등이 탄수화물 감미료로 분류된다. 기본적으로는 자당이나 옥수수 감미료와 같은 탄수화물로 이루어져 있지만 소비자들이 알고 있는 이미지의 효과나 독특한 향미때문에 상당한 이용성을 갖고 있다.

자당이나 옥수수 감미료와 마찬가지로 이 감미료들의 정확한 기능적 특성은 그들이 갖고 있는 탄수화물 성분들의 분포에 따라 다르다.

이런 감미료들을 기존의 감미료들과 혼합하여 사용하기 위해서는 정확한 구성성분비를 알아야 한다. 예를 들어 벌꿀은 38.5%의 과당과 31.0%의 포도당으로 구성되어 있다.

이 구성비때문에 비슷하게 수분함량을 맞추면 벌꿀은 전화당과 매우 유사한 기능적 특성을 많이 나타낸다.

4. 감미료 선정

각각의 감미료가 갖고 있는 여러가지의 기능적특성을 정확히 파악하여야만 식품공학자들은 최종제품의 품질을 결정할 배합과정에 어떤 감미료를 사용할지 결정할 수가 있다.

대개 3단계의 검토과정을 거치면 감미료 선정이 좀 쉬워진다.

○1단계:최종제품이 나타내어야만 하는 특성을 정확히 파악하는 것이다. 이것은 제품에 대한 설명들을 하나의 표로 만드는 것이다. 예를 들어서, 제품이 단맛을 갖어야만 하는가? 그렇다면 얼마나 달아야 하나? 이 제품은 냉동상태로 어느점과 유리전이온도는 얼마로 할 것인가? 수분이 함유된 촉촉한

상태로 만들 것인가? 아니면 바삭바삭한 조직감을 줄 것인가? 등의 여러가지가 검토되어야만 한다.

이런 조사를 통해서 최종제품의 특성을 규정짓고 나면 대개 1~2개부터 30여가지의 감미료들이 대상에 떠오르게 된다. 감미료들은 대상 제품의 품질에 폭넓은 영향을 주므로 감미료 배합비를 바꾸고 자할 때는 어떤 품질변화가 일어날지 확실하게 연구해야 한다.

○2단계:다른 감미료들이 제품에 주는 영향을 조사하라.

제품 개발단계에서 식품공학자들은 대개 자당을 사용하여 초기 배합비를 개발한다. 이것을 기준으로 하여 개발자들은 최종제품의 특성에 맞는 감미료 선정을 위한 배합비 시험을 시작하는 것이다.

예를 들어 굽는 동안 너무 많이 퍼지는 쿠키의 예를 보도록 하자.

용액에 대한 체계적인 조사가 실험계획을 짜는데 도움이 될 것이다. 옥수수 시럽을 첨가하는 것을 검토해 볼 수 있는데, 쿠키의 퍼짐성은 감미료의 상전이(phase transition)와 관계가 있기 때문에 이미 액상으로 존재하는 옥수수시럽은 첨가해도 굽는 동안에 상전이가 일어나지 않는다. 결론적으로 옥수수시럽이 첨가되면 이미 액상으로 존재하고 있었기 때문에 굽는 동안에도 더 이상은 쿠키가 퍼지지 않게 된다. 만일 감미료를 바꾸는 것이 여의치 않다면 자당의 입자크기를 변화시켜 상전이 정도를 조절하여 쿠키의 퍼짐성을 조절할 수도 있다. 입자크기가 클수록 녹이기 위해서는 많은 열량이 필요하고 그만큼 쿠키를 덜 퍼지게 하는 것이다.

○3단계:기능적특성과 향미간의 조화를 유지시켜라.

식품공학자들은 배합비를 개발할 때 단맛과 기능적특성 사이의 섬세한 조화를 반드시 인식해야만 한다. 이것은 상당히 주관적인 개념이다. 예를 들어 어떤 제품이 고형분 함량은 높아야 하지만 너무 달면 안된다고 할때 자당이나 과포당은 일단 사용에서 제외된다. 이런 경우에는 낮은 D.E.값을 갖는 옥수수 시럽 분말이나 말토덱스트린을 사용하여

야 단맛을 내지 않으면서도 원하는 특성을 얻을 수 있다.

마지막으로 고려되어야 하는 특성은 색깔이다. 패스트 푸드점에서 팔리고 있는 소시지는 팔리는 동안 계속해서 뜨거운 오븐속에 있게 되는데 적절한 감미료를 선택하지 않는다면 아마 소시지가 너무 갈색으로 갈변될 것이다. 따라서 이런 경우에는 마이알 반응이 감미료 선택의 주요 기준이 되는 것이다. 물론 소시지가 너무 달지 않도록 주의해야만 한다.

종합적으로 어떤 제품에 가장 적합한 감미료를 사용하기 위해서는 각각의 감미료들의 기능적 특성을 완전히 이해하고 있어야 하며, 논리적인 실험계획을 세워 각각의 감미료 특성을 비교하면 감미료 선택 범위를 매우 좁힐 수 있다. 조금만 더 생각하고 노력하면 그 제품에 가장 적합한 감미료를 선택할 수 있다.

〈출처: The World of Ingredients July/August, 1998〉