



# 컵음료 자판기 위생실태 연구 내용 및 결과

보건복지부가 학계에 용역해 3년여 동안 진행해 온 “식품자동판매기 컵음료 위생 및 품질개선연구”가 지난 6월 최종 마무리 되었다. 2차 연구과제부터는 산업계에서도 참여, 기구 쪽 개선과제에 대해 산학협력을 진행하기도 했던 이 프로젝트는 자판기 위생성 향상의 큰 계기가 된 것으로 평가되고 있다.

금호에서는 이 귀중한 연구과제의 내용 및 결과가 요약된 자료를 주관 연구책임자인 경원대학교 박종현 교수의 허가를 얻어 게재하고자 한다. 이 귀중한 자료가 업계의 위생성 향상에 요긴한 자료가 되길 바라며, 그간 연구활동에 여념이 없었던 경원대 박종현교수, 경원대 목철균교수, 동국대 이승주교수, 우석대 권영안교수, 그리고 산업계 연구원 들의 노고에 진심어린 감사의 말씀을 전한다. <편집자 주>

## 1. 컵음료 식품자동판매기의 위생실태연구 및 개선기술개발(제1세부과제) 및 위생성 향상을 위한 자판기 구조의 개선(위탁연구과제)

어느 장소에서나 볼 수 있는 일반화된 즉석식품을 제공하는 형태인 식품자동판매기 음료가 우리나라에서 식품 위생법상 매우 간단한 관리기준으로 위생이 관리되고 있다. 따라서 본 연구과제에서는 이러한 위생성상에 문제가 될 수 있는 Bacillus의 오염을 조사하여 이들 세균의 위생성 가능성을 판정하고, 생육을 연구하여 제어방안을 모색 하므로써 자판기 컵음료의 위생성 향상 방법을 찾기 위해 실시하였다.

아울러 자판기에 사용되는 음료분말의 위생성 및 구조적으로 개선된 자판기를 만들어 오염미생물의 저감화에

대한 연구도 수행하였다.

자판기의 외부 온도표시가 92~95℃로 표시되어 있으나 실제 음용직전의 컵음료의 온도는 위생 법규에서 규정되어 있는 68℃보다 평균적으로 70%정도가 더 낮았다. 자판기의 표시온도 온도와 컵음료와는 많은 차이가 있는 것으로 보였고 아울러 68℃ 온도가 과연 위생성을 확보하기 위한 적절한 온도인가의 당위성에 대한 보완적인 연구가 요망된다.

총균수는 계절별, 장소별, 제품별 미생물 오염 현황을 분석한 결과 일반적으로 겨울철보다 여름철 컵음료에서 오염 현황이 더 높았고, 커피보다는 국산차인 울무가 높았다. 특히, 어린이들이 주요한 소비음료인 코코아/우유의 오염이 높은 것은 주목할 만한 결과이었고 이러한 음료의

미생물에 대한 안전 대책이 절실함을 알 수가 있었다. 대부분의 경우  $10^2$ cfu/ml 이상의 미생물감염 상태를 보이고 있는 율무음료, 코코아와 우유음료에 대한 위생관리가 좀 더 철저히 이루어져야 될 것으로 사료된다.

대장균이 여름철 3곳의 컵음료에서 검출되었는데 따라서 자동판매기 컵음료의 미생물 오염은 계절에 따라 많은 영향이 있는 것으로 보인다. 식품위생상 중요한 지표가 되고 있는 대장균까지 검출된 결과는 자판기의 위생관리가 좀 더 잘 이루어져야 함을 시사해 주고 있다.

식품매개병원균의 대표적인 균인 G(-) Salmonella와 식품의 제조가공 유통중에서 오염될 수 있는 식중독세균인 황색포도상주균 Staphylococcus aureus가 검출되지는 않았다. 그러나 예상외로 통성혐기성 혹은 편성혐기성균의 균이 컵음료에서 많이 검출되고 있음을 알 수 있었고 특히 커피에서는 전혀 검출되지 않았으나 코코아/우유에서 많이 검출되고 있는 것이 특이하였다.

식품자동판매기내에서 사용되는 음료분말의 미생물오염 현황을 분석하여 이는 율무 컵음료에는  $10^2$ cfu/ml의 균수가 원료분말, 우유(분유) 컵음료 분말에도 같은 균수가 존재함을 알 수가 있겠다.

따라서 컵음료에 사용되는 분유 및 율무분말에는 이미 많은 미생물이 함유되어 있음을 알 수가 있고 이는 이들 원료의 분말의 안전성 확보를 위한 연구도 필요함을 알 수가 있었다. 자판기 내부 열수의 온도는  $70^{\circ}\text{C}$  이상으로 일차실험에서는 미생물 오염은 검출되지 않아 미생물의 오염은 거의 없을 것으로 보였으나 이차실험에서는 균이 검출되었기 때문에 자판기 용수가 오염될 수 있고 일단 오염되면 많은 오염이 가능할 것으로 보여 관리에 좀더 주의를 기울여야 하겠다.

자판기의 내부의 각 부위별로 미생물 오염현황을 파악

하고자 하였다. 일반적으로 일단 분말과 용수가 섞인 후에 기계(mixing bowl)에 묻어 있는 잔류물에 오염정도가 큰 것을 알 수 있었고 율무같은 경우는 분말자체가 기계에 많이 부착되어 있어서 향후 이에 대한 개선 연구가 요망되었다. 여기서 주목되는 특징은 오염세균의 숫자는 같은 음료 process line에서도 큰 차이를 보이고 있는 것인데 이는 그 특정 부위에서 오염세균의 증식에 의한 것으로 보인다.

식품 자동판매기 컵음료중 우점종으로 존재하는 미생물을 분석하고자 우점종 균 50종을 분리하여 동정후 균종을 파악하였다. 컵음료로부터 우점종 균주를 분리하여 신속 동정한 결과 이들은 대부분이 G(+) 세균이었으며 G(-) 세균은 4종만이 우점종으로 검출되었다. 이들 G(+) 세균중에서도 Bacillus spp.가 대부분(약 87%)이었는데 이들은 주로 건조환경에 저항성이 크고 토양등의 자연환경으로부터 유래되는 것으로 보였다.

특히, 식중독 세균인 Bacillus cereus도 분리되었다. 따라서 diarrheal toxin과 emetic toxin을 분비하는 식중독 세균의 한 종류인 Bacillus group가 컵음료의 위해에 중요하게 영향을 줄 수 있다는 결과를 얻었고 집중적인 분석이 요망되었다.

자판기내에는 열수가 사용되기 때문에 응축수가 생기고 따라서 곰팡이의 오염의 가능성이 상존하는 환경이었으나 이들 곰팡이는 자판기 내부에서의 오염을 극히 미미하므로 크게 위생상 위해 인자로 작용하지 않을 것으로 보인다.

컵음료의 미생물에 의한 식품위해는 주로 Gram(+)인 Bacillus일 수 있다는 결과에 따라서 이들의 검출을 위하여 Bacillus selective medium인 MYP 배지를 사용하였을 때 율무, 코코아, 우유의 경우 대부분이  $10^1 \sim 10^2$ cfu/ml의 특징있는 colony가 검출되었다. 율무음료보다는 코코아나 우유의 오염이 더 큰 것으로 나타났고 특히 자판기 우유의 경우는 전 지역에서 오염이  $10^4 \sim 5$ 의 정도로 매우

높음을 알았다. 따라서 이들의 컵음료에의 위해요인일 수 있다는 사실을 다시 확인하였다.

분리·동정된 toxigenic Bacillus의 시험된 Bacillus는 15°C이하에서도 81% 분리균주가 생장을 보였고 NaCl의 농도에 따른 생장은 7%까지는 모두 성장하여 건조조건(낮은 Aw)에서도 생육이 가능함을 알 수가 있었다. 따라서 이러한 toxigenic Bacillus는 노변이나 지하철등의 자동판매기 환경에서 충분한 생육이 가능해 보이며 자동판매기 컵음료의 큰 위해 요인이 될 것으로 사료된다. 실제로 자판기 컵음료에서의 생육의 가능성을 위하여 밀크커피, 우유, 울무, 코코아를 자판기에서 직접 채취하여 생육을 측정했을 때 커피배지에서는 이들 균이 생육이 일어나지 않았으나 우유음료를 배지로 사용한 경우 16시간에 성장이 최고치에 도달하였음을 알 수 있었고 울무와 코코아 배지에서도 비슷한 경향을 보여 주었다.

따라서 커피를 제외한 다른 음료속에서는 이들 toxigenic Bacillus생육은 잘 될 수 있어서 외부에 노출되어 있는 자판기 컵음료의 위해인자로서 작용할 수 있는 것을 확인하였다.

컵음료 분말에 Bacillus cereus를 spiking한 후 자판기 분말통에 넣고 음료를 채취하면서 기기내에 잔존하는 세균의 오염의 정도를 측정하였다. 음료를 채취한 직후 보존용수로 1회 세척하고 채취한 컵음료의 미생물의 오염은 세척하지 않은 음료보다 균수가 1/10로 감소하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 이와 같은 세척으로도 오염된 오염균수를 많이 저감화시킬 수 있음을 알 수가 있었다. 오존산화물처리에 의한 toxigenic Bacillus를 30초간 처리하면 초기균수농도에 따라 사멸률이 다르게 나타났는데 각 균주마다 사멸 threshold value가 있는 것으로 나타났다.

따라서 이와 같은 세척으로도 오염된 오염균수를 많이 저감화시킬 수 있음을 알 수가 있었다. 오존산화물처리에 의한 toxigenic Bacillus를 30초간 처리하면 초기균수농도

에 따라서 오존산화물의 농도와 균의 개체수는 민첩하게 연결되어 있음을 알았다. 오존산화물(0.7~0.8ppm)에 30초간 반응시킬 때 초기 균수농도가 106 이하이면 대부분 사멸될 것으로 사려된다. 따라서 실제 컵음료의 미생물오염이 106이하이므로 오존산화물 처리는 이러한 환경에서는 유효한 sanitizing agent의 하나로 활용이 가능할 것으로 보인다.

본 연구에서는 자판기내 사용 가능한 플라스틱 소재 중 PP, PET, PS 만을 적용하였는데 그 밖의 재질에 대한 실험이 앞으로 요구된다.

또한 용액의 계면성질에는 열역학적으로 구체적인 접근에 의한 원인 규명이 수반되어야 할 것이다. 새로이 시도된 분산성 분석 방법에 관하여 교반기의 형태를 보다 다양하게 적용한 체계적인 연구가 이루어 진다면, 분말 폴립성에 관한 새로운 실험 방법으로 정립될 수 있을 것으로 기대된다.

자판기용 음료분말의 위생성 관련 물성인 수증기에 노출된 분말의 흡수성, 분말의 분산성, 플라스틱 재질에 따른 분말용액의 잔류성 및 부착성에 관하여 연구하였다. 분말은 커피, 설탕, 프림, 울무, 코코아; 플라스틱 재질은 PET, PP, PS를 대상으로 실험하였다. 분말 입자가 크고, 분말의 보관 온도가 낮을수록 수증기에 노출된 분말의 흡수성이 높게 나타났다.

분말의 분산성은 입자의 크기가 클수록, 냉수보다는 온수에서 높은 것으로 나타났다. 플라스틱 재질에 따른 분말용액의 잔류도는 재질의 성질상 극성이 높은 PET에 잔류량이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 분말용액의 계면성질에 있어서도 PET에 부착력이 가장 크게 나타나 잔류량의 결과와 일치하였다.

본 연구에서는 추출 국산차인 오미자차의 계면물성에 관하여 조사하였는데 분무건조 조건 및 첨가제에 따라 영

향을 받은 것으로 나타났다. 따라서 오미자차를 특히 컵용 료용 자판기의 대상으로 개발하고자 한다면 본 연구에서 나타난 현상에 대한 과학적인 원인 규명이 앞으로 더 충실히 이루어져야 할 것이며 더 많은 요인에 대한 분석이 요구된다.

다른 종류의 추출차를 분무건조하여 제조할 경우에도 본 연구에서 제시된 분석방법론을 적용한다면 계면 물성의 응용 분야에 체계적인 지식 구축이 이루어 질 수 있을 것으로 기대된다.

오미자차의 분무건조 조건에 따른 계면물성을 분석하여 컵용 료용 자판기의 용도로 그 가능성을 타진하였다. 추출된 오미자차에 텍스트린을 첨가하여 110과 120℃에서 분무건조하였다. 텍스트린의 첨가량이 증가할수록 표면장력은 약간 증가하였고, 접촉각의 경우 역시 증가하였다. 산출된 부착력은 텍스트린 50%(1:1)의 경우에 가장 높게 나타났다. 분무건조 온도가 높을수록 표면장력은 미량 증가하는 경향을 보였으며, 접촉각은 특별한 추세를 볼 수 없었으며, 부착력 역시 특별한 경향을 구분하기가 어려웠다. 플라스틱 소재의 효과를 보면 큰 차이를 발견할 수 없었다.

분말의 분산성은 텍스트린 첨가가 1:1일 경우 분산성이 가장 낮았으며 1:0.5보다 1:1.5의 경우 분산성이 더 낮게 나타났다. 분무건조 온도가 증가할수록 전반적으로 분산성이 낮아지는 것으로 나타났다.

결과적으로 위생성 향상을 위한 자판기의 구조 개선이 이루어졌다. 먼저 재순환 세척 시스템에 의하여 분말과 물의 혼합액과 접촉되는 모든 부위를 세척할 수 있고 배출되는 세척수를 버리지 않고 고온으로 유지되는 재순환 에센블리에 보관하게 되어 부패를 방지할 수 있어서 음용수로 다시 재활용할 수 있었다.

단, 대상이 될 수 있는 컵 음료는 반드시 온수로 음용하는 음료일 경우에만 가능하다. 당 시스템은 기존 기술과

비교하여 볼 때 매우 탁월한 기능을 갖고 있다고 사료되어 차후에 실무에 반드시 적용되어야 할 것이다.

개선된 믹서에 의하여 잔류되는 고형물 양이 감소하게 되어 역시 위생성 향상에 매우 큰 효과를 가져올 것으로 기대된다. 또한 혼합액과 접촉하는 표면의 플라스틱 소재를 선별적으로 적용하여 고형물의 잔류도를 감소시킬 수 있어서 위생성 향상에 큰 기여를 할 수 있다.

## 2. 자판기용 분말음료의 위생적 가공기술 개발 (제2세부과제)

### 가) 즉석 오미자차 개발

오미자(Schizandra chinensis Baillon)음료 또는 오미자차의 맛과 향을 개선하고 열수 추출시 추출속도를 향상시키기 위하여 전처리 공정으로 볶음 공정과 파쇄 공정을 도입하고, 이들 전처리 공정이 오미자 추출공정과 추출액의 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

전처리 방법으로 오미자를 파쇄하여 추출한 결과 추출액의 산도와 총당 함량은 파쇄하지 않은 경우에 비하여 3배 이상 높았으며 가용성 고형분 함량도 4배 이상 높은 수치를 보여 파쇄공정은 오미자의 추출효율을 크게 향상시켰다. 오미자를 180℃에서 10분간 볶아서 추출할 경우 볶지 않은 경우에 비하여 추출액의 산도, 총당, 가용성 고형분 등이 월등히 높아졌고, 색, 향, 맛, 기호도 등 관능특성도 향상되었다. 또한 오미자를 볶아서 파쇄하여 반복 추출할 경우 1차 추출에서 유기산, 당, 가용성 고형분 등 거의 모든 유용물질이 추출되었다.

결론적으로 오미자의 볶음/파쇄는 추출액의 관능특성을 향상시킬 뿐만 아니라 추출시간을 단축시킬 수 있는 중요한 전처리 공정으로 확인되었다.

한편 오미자를 액상차 또는 음료로 가공할 경우의 문제를 해결하기 위하여 음료를 건조하여 분말 형태로 유통시킬 경우 즉석화가 가능하여 편의성도 부여할 수 있다. 특

히 도처에 설치되어 있는 자동판매기에서 판매하기에 적당한 형태로 오미자차를 가공할 경우 커피 위주의 자동판매기를 통한 차소비 패턴을 국산차 위주로 유도하는데 일조할 수 있을 것이다.

오미자 추출액 또는 오미자 추출액과 포도과즙 혼합액에 20% 텍스트린을 첨가하여 분무 건조한 분말차의 수분함량은 3.41~5.90%범위의 값을, 수분활성도는 0.084~0.101사이의 값을 보였으며 미생물학적 안전성이 확인되었다. 분말차의 회분과 조단백질 함량 및 입도는 포도과즙 첨가량에 비례하여 증가하였으며 볶은 오미자를 사용한 경우가 대조구보다 높은 함량을 나타내었다.

분말차를 열수에 용해한 즉석 액상차의 pH는 포도과즙 첨가비율에 따라 높았고, 산도는 낮았다. 포도과즙 첨가량이 증가함에 따라 액상차의 동점도와 표면장력은 증가하는 경향을 보였는데 이는 포도과즙에는 동점도와 표면장력에 영향을 미치는 가용성 고형분, 특히 포도당 등의 탄소화물 함량이 높기 때문으로 보인다.

색도에 대한 영향으로는 L값은 작지만 반면 a값은 증가하여 적색이 진해졌는데 이는 포도과즙에 함유된 밝은 적색소의 직접적인 영향이다. 결론적으로 즉석 액상차의 색, 향, 맛, 종합적 기호도 모두 포도과즙 첨가에 의해 현저하게 향상되었으며 관능특성은 포도과즙 첨가량에 비례하여 높아지는 경향을 보였다.

종합적 기호도는 볶은 오미자 추출액:포도과즙 40:60인 경우가 가장 우수하였다.

#### 나) 즉석 현미녹차 개발

녹차를 조제하는 방법은 전통적인 다도에 따라 준비하여 마시는 것이 최상이지만 자주 마시기에는 절차가 까다로운 번거로움이 있다. 이러한 번거로움을 부분적으로 해결하기 위하여 티백제품이 생산되어 현재 녹차 소비방법의 주종을 이루고 있다.

차의 즉석화를 위한 가장 보편적인 방법은 차를 물로 추출한 후 음료로 만들어 캔 또는 PET병에 담아 유통하는 방식인데 저장성 향상을 위하여 가열처리가 필수적이다. 우리나라에서 가장 보편화된 녹차 제품은 튀음 또는 증제한 녹차에 볶은 현미를 혼합하여 만든 현미녹차로서 녹차의 산뜻한 맛과 볶은 현미의 구수한 맛이 조화를 이루어 다양한 소비계층에 걸쳐 인기를 얻고 있는 제품인데 티백으로 가공되어 보급되고 있다. 본 연구에서는 음료형태의 현미녹차를 개발하기 위하여 현미차 제조에 적합한 볶음공정을 확립하고 현미추출액을 녹차추출액에 혼합한 현미녹차 음료의 적정배합비율을 결정하고자 하였다.

즉 녹차의 짙은 맛을 감소시키고 향을 개선하기 위해 볶은 현미 추출액을 첨가하여 기호성이 향상된 음료형태의 현미녹차를 개발하기 위한 녹차 추출조건, 현미 볶음 및 추출조건, 녹차추출액과 볶은 현미추출액의 혼합비율을 결정하였고, 아울러 현미녹차의 맛에는 영향을 미치지 않으면서 현미녹차의 pH를 낮출 수 있는 산제를 탐색하여 첨가함으로써 저온살균이 가능한 산성식품으로의 개발을 위한 제조공정을 완성하고자 하였다.

커피 위주의 자판기 차류 소비패턴을 국산차 위주로 변화시키기 위해서는 국산차 중 가장 기호성이 우수한 녹차를 자동판매기에서 판매하도록 하는 것이다. 그러나 티백형 녹차는 현재 보급되어 있는 분말차를 용해하여 판매하는 방식의 자동판매기에서의 판매가 불가능하며, 따라서 이를 해결하기 위한 건조분말 형태의 녹차를 개발하여 커피 등 기존의 차류 판매 방식과 동일한 방식으로 판매토록 하여야 할 것이다.

본 연구에서는 현미녹차를 손쉽게 마실 수 있는 편의성을 제공하고 특히 자동판매기에서 판매가 가능하도록 분무건조를 시도하였고 건조보조제로서 텍스트린의 첨가가 분무건조 특성에 미치는 영향을 조사하여 현미녹차의 즉석화를 위한 기초자료로 삼고자 하였다.

현미녹차의 즉석화를 위하여 분무건조를 시도하였고 건조보조제로서 텍스트린의 첨가가 분무건조 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 녹차추출액(GTE)과 현미추출액(RBRE)을 분무 건조한 결과 분말의 흡습성이 높고 건조물이 분무건조기의 기벽에 부착되어 건조물의 회수가 어려웠으며, 이러한 문제점은 건조보조제로 텍스트린을 첨가하여 분무건조함으로써 해결할 수 있었다. 텍스트린 첨가는 건조적성을 개선할 뿐만 아니라 수분활성도를 낮추어 분무건조 현미녹차(SDBRGT)의 저장성을 향상시켰으며 입도를 증가시켜 분산성을 개선하였다.

적정 텍스트린의 첨가량은 10%이었으며, GTE와 RBRE 비율에 따른 관능특성은 GTE : RBRE 1:1인 경우가 가장 양호하였다.

또한 본 연구에서는 녹차를 손쉽게 마실 수 있는 편의성을 제공하고 특히 자동판매기에서 판매가 가능하도록 분무건조 현미녹차를 제조하여 더운물을 가하면 바로 마실 수 있는 형태의 즉석화 제품을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 가장 좋은 관능특성을 보인 GET와 RBRE의 혼합비를 1:1로 하고 옥수수 텍스트린을 혼합액 중량의 10% 되도록 첨가하여 분무건조한 SDBRGT를 열수에 용해하여 즉석 현미녹차(IBRGT)를 제조하고 SDBRGT의 첨가량 별 IBRGT의 특성 변화를 조사하여 적정 용해비율을 결정하였다. SDBRGT의 첨가량이 높아짐에 따라 IBRGT의 pH는 낮아졌고, 점도는 증가한 반면 표면장력은 감소하였다.

IBRGT의 유변특성은 지수법칙 모델에 의거하여 해석될 수 있었으며 유동거동지수가 1.0 부근의 값을 보임으로써 뉴턴유체에 가까운 유동거동을 보였으며 점조도 지수는 SDBRGT 첨가량에 따라 높아졌다.

색택은 SDBRGT의 첨가량에 따라 L값과 a값은 대체로 낮아졌고 b값은 증가하여 노황색이 진해졌다. SDBRGT의 첨가량 별 IBRGT의 관능특성은 SDBRGT를 3.0% 용해한 것이 5.727로서 가장 높은 점수를 보였으나 1.5% 또

는 2.5% 용해한 것과의 유의적인 차이는 인정되지 않았다. SDBRGT 첨가량이 4.0%이상이거나 1.0% 이하에서는 IBRGT의 관능특성은 뚜렷하게 저항되었다. 경제성을 감안하여 결정된 자동판매기용 IBRGT 제조를 위한 적정 SDBRGT의 첨가량은 열수 중량의 1.5%이었다.

#### 다) 자판기 판매 차류의 감마선 조사

자판기에서 판매되는 차류에 몇 가지 미생물을 첨가하여 조사 선량별로 감마선을 조사한 후 미생물의 생존율 변화를 조사한 결과 감마선에 의한 사멸반응은 1차 반응으로 해석되었으며, 직선의 기울기의 역수로 정의되는 Dm 값을 구할 수 있었다.

Dm값은 *Asp. oryzae*가 1.127 kGy로서 가장 작은 값을 보여 감마선에 가장 민감한 것으로 나타났으며, 다음이 *Sac. cerevisiae*로서 2.599 kGy를 보였으며, *Bac. cereus*가 3.177 kGy로서 가장 큰 값을 보여 세균의 감마선에 대한 저항성이 가장 높은 것으로 나타났다. 특히 *Bac. cereus*는 자판기에서 검출되는 식중독성 미생물임이 제1세부과제의 연구결과에서 확인된 바 있으므로 이를 제어할 수 있는 대책의 수립이 요구된다.

이를 위한 방안으로는 원료에 존재하는 미생물을 살균하여 공급하여야 하며, 자판기 내에서의 제2차 오염을 방지할 수 있도록 자판기의 철저한 위생관리 및 주기적인 세척 및 소독이 요구된다. 한편 전지밀에 첨가한 미생물의 감마선 조사에 의한 사멸 패턴을 보면 *Aspergillus* > *Saccharomyces* > *Bacillus* 순으로 민감성이 낮아졌다. 또한 감마선 조사에 의한 차류내 총균수의 변화는 2.5 kGy만 조사하여도 모든 미생물이 사멸되는 것으로 확인되었다.

조사선량이 분말차를 10배의 열수에 희석하여 제조한 음료의 pH에 영향을 보면 조사 선량이 높아짐에 따라 pH가 약간 감소하는 경향을 보였으며, 울무차의 pH가 가장 낮은 값을, 전지밀의 pH가 가장 높은 값을 보였다. 그러나

TBA가는 조사 선량에 따라 직선적으로 급격히 증가하는 경향을 보였으며 율무차의 증가 속도가 가장 두드러졌으며, 이는 감마선에 의한 지방의 산화가 촉진됨을 알 수 있었다. 과산화물가 역시 조사 선량이 높아짐에 따라 증가하였으며, 특히 전지밀의 증가가 월등히 심하였다. 이는 전지밀의 경우가 가장 높은 지방을 함유하기 때문인 것으로 추정되었다.

코코아차와 율무차의 과산화물가는 조사선량에 따라 완만한 증가 양상을 나타내었다. 산가는 조사 선량에 따라 특징적인 변화 양상은 보이지 않아 조사선량 15 kGy 이하에서는 triglyceride의 분해는 일어나지 않음을 알 수 있었다.

아미노태 질소 함량을 보면 조사 전 함량은 코코아차, 율무차, 전지밀 순서로 작은 값을 보였으며, 감마선 조사에 의하여 그 함량이 증가하였다. 조사 전 단백질 용해도는 전지밀이 코코아차나 율무차에 비하여 높은 값을 보였으며, 조사 후에도 조사 선량에 따른 뚜렷한 변화 양상은 없었다. 따라서 감마선 조사가 단백질에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 보인다.

이는 감마선 조사 닭고기에 대하여 시행된 독성학적인 구에서 밝혀진 감마선 조사가 아미노산에 영향을 미치지 않는다는 결과와 일치한다.

한편 조사선량에 따른 저장한 전지밀을 열수에 용해하여 관능검사를 실시한 결과 향의 차이는 인정되지 않았으나 맛, 입안에서의 촉감 및 종합적 기호도는 조사선량이 높아짐에 따라 저하되는 현상을 보였다. 특히 종합적 기호도는 조사선량 2.5 kGy에서도 차이를 느낄 수 있는 것으로 나타나 감마선 조사에 의한 저장성 증진은 한계가 있는 것으로 평가되었다.

따라서 조사선량에 의한 최종 제품에 대한 영향을 고려한다면 조사선량을 2.5 kGy 보다도 더 낮추어야 할 것으로 생각되었다. 코코아의 경우는 조사선량에 따라 향은 유

의하게 낮아졌으며, 특히 7.5 kGy 이상에서는 비처리구와 뚜렷한 차이를 보였다. 그러나 맛과 종합적 기호도에서는 1.5 kGy 이상에서만 차이가 유의한 것으로 나타났으며, 입안에서의 촉감은 전혀 차이를 보이지 않았다. 이로써 5 kGy 이하의 저선량 감마선 처리는 코코아차의 품질에 영향을 주지 않으며 위생성을 향상 시키는 것으로 평가되었다. 율무차의 경우에도 조사선량에 따라 뚜렷한 품질변화는 일어나지 않는 것으로 나타났으므로 감마선 조사는 율무차의 품질에 영향을 미치지 않고 위생성을 향상시킬 수 있는 유용한 기술로 평가되었다.

### 3. 총괄연구개발과제의 연구결과 고찰 및 결론

본 과제의 최종목표인 자동판매기의 컵음료의 안전성을 확보하기 위하여 식품중의 미생물오염현황, 그의 물리화학적 제거법 개발과 아울러 자판기의 구조적인 변화로 위생을 제고하고자 하였다.

또한 이들 자판기에 적합한 국산차를 개발하여 한 모델 식품으로 제시하고자 하였고 컵음료분말의 물성 및 원료 분말에서의 오염을 저감화를 위한 연구를 수행하였다.

우선 국내 수도권의 자판기의 컵음료는 미생물의 오염이 많이 되어 있어 10<sup>2</sup>cfu/ml 이상이 대부분이었고 특히 여름철에는 대장균이 검출되기도 하였다. 또한 율무차, 코코아, 우유등 노약자들이 음용하는 음료에서의 미생물오염은 더 심한 것으로 나타났다.

이들 오염경로는 원료 분말에서부터 오염이 되어 있었고 주로 자판기 내부에 잔류하는 식품성분에서 증식에 의한 것으로 사료된다. 이 오염 세균중에 식중독 위해를 일으킬 수 있는 toxigenic Bacillus에 의한 오염은 컵음료 위해의 가능성이 높음을 시사하였다. 이러한 toxigenic Bacillus는 컵음료에서 생육이 잘 되고 실제로 toxin을 생산할 수 있음을 확인하였다.

따라서 위생품질이 확보되는 컵음료를 위해서는 본 연

구에서 얻어진 결과를 적극 활용해서 자판기기의 구조적인 개선, 분말의 초기오염 균주의 낮추는 노력이 이어져야 하고 특히 아울러 현장의 위생관리인들의 보다 성의 있는 접근이 있어야 하며 아울러 자판기의 철저한 위생 관리 제도가 새로이 마련되어야 한다고 사료된다.

이들 자판기 내부에서 잔류하는 식품성분을 적게 하도록 하는 분말의 분산성, 풀립성등의 물성의 연구는 새로이 시도된 분산성 분석 방법으로 위생성 개선에 직접활용이 가능할 것이며 개발된 국산차인 오미자차의 계면물성의 개선에 사용되어 위생개선에 도움이 되었다. 위생성 향상을 위한 자판기의 구조개선이 많이 이루어졌는데 먼저 재순환 세척 시스템에 의하여 분말과 물의 혼합액과 접촉되는 모든 부위를 세척할 수 있고 배출되는 세척수를 버리지 않고 고온으로 유지되는 재순환 예셈블리에 보관하게 되어 부패를 방지할 수 있어서 음용수로 다시 재활용할 수 있었다. 당 시스템은 기존 기술과 비교하여 볼 때 매우 탁월한 기능을 갖고 있다고 사료되어 차후에 실무에 반드시 적용되어야 할 것이다. 개선된 믹서에 의하여 잔류되는 고형물 양이 감소하게 되어 역시 위생성 향상에 매우 큰 효과를 가져올 것으로 기대된다.

또한 혼합액과 접촉하는 표면의 플라스틱 소재를 선별적으로 적용하여 고형물의 잔류도를 감소시킬 수 있어서 위생성 향상에 큰 기여를 할 수 있다. 이러한 개선내용은 본 과제의 중요한 지적인 재산으로 4편의 특허로써 출원 중이다.

자판기 판매에 적합한 오미자차 및 녹차를 개발하여 새로운 형태의 모델식품으로 제시하였다. 특히 오미자차는 함유된 산에 의하여 외부로부터의 오염을 줄일 수 있는 조건을 갖추고 있으며 녹차도 항균활성에 의해 외부 미생물 오염을 줄일 수 있어 자판기 판매용 국산차로써 좋은 예가 될 수 있다. 아울러 자판기 컵음료분말의 초기오염을 줄이고자 시도된 감마선에 의한 미생물사멸 연구는 본 과제에

서 적용한 제품에만 한정되지 않고 다른 식품에서도 적극 활용이 가능하여 그의 기여도가 아주 크다고 할 수 있다.

결론적으로 21세기의 사회적 문화적 환경 및 생활관습이 변천함에 따라 그 수요가 날로 늘어갈 컵 음료 자동판매기의 위생적 현주소를 확인할 수 있었다. 즉, 자판기를 통한 커피와 같은 용해성 음료 및 울무차와 같은 현탁액성 음료의 위생적 상태가 국민 건강에 안전함을 보장할 수 없는 것으로 나타나 이에 대한 대책이 절실함을 절감할 수 있었다. 이에 부응하여 원료차원의 위생성, 자판기 기계적 상태 및 운영상에서의 위생성을 분석하여 현재의 바람직하지 못한 위생상태를 개선할 수 있었다. 즉, 원료의 보다 위생적인 가공법으로 현대 첨단 기술의 하나인 감마선 조사를 적용하였고, 자판기의 기계적 작동 구조나 관리적 차원의 운영상 문제점을 해결할 수 있는 새로운 개념의 자판기를 개발하였다.

본 연구를 통하여 현행 자판기의 원료 및 자판기의 개선점이 분명히 제시되었고, 조속히 실제적으로 이에 대한 적용이 되어야 할 것으로 생각한다. 특히 세계화의 물결에서 우리나라의 식품을 독창적으로 보존하고 활성화시킬 수 있는 국산차 부분을 자판기 대상으로 할 때 가장 큰 어려움으로 간주되어 왔던 위생성을 극복할 수 있기 때문에 신개념 자판기의 현실화를 통하여 그 위생성이 보장되고 이를 바탕으로 보다 국민 취향에 맞는 국산차를 다양하게 개발할 수 있는 기틀이 비로서 마련되었다.

끝으로 본 국가적 차원의 프로젝트를 통하여 얻어진 성과를 적용하는데 있어서 어떠한 어려움이 파생된다면 국가적 차원에서 필요에 따라 보완을 위한 연구 및 시제품 완성에 대한 추가 지원이 이루어져야 할 것이다. 