pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 30, No. 4, pp. 359~365 (2015)
http://dx.doi.org/10.13103/JFHS.2015.30.4.359

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

효소식품과 효소표방식품 중 아밀라아제 활성과 당 함량 조사연구

김명길* · 오문석 · 강석호 · 김한택 · 윤미혜
경기도보건환경연구원 보건연구기획팀

A Study on Contents of Sugar and the Activities of Amylase in Enzyme Foods and Enzyme-shaped Foods

Myeong-Gil Kim*, Moon-Seog Oh, Suk-Ho Kang, Han-Taek Kim and Mi-Hye Yoon
Public Health Research Planning Team, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment
(Received May 21, 2015/Revised August 3, 2015/Accepted November 3, 2015)

ABSTRACT - The purpose of this study was to investigate the contents of sugars and α-amylase and β-amylase activities in 98 specimen with enzyme foods and enzyme-shaped foods (the other processed foods, beverage bases, fermented drinks, liquid teas). The α-amylase activity in enzyme foods and the other processed foods were ranged 4.9~53,854.6 U/g and 2.9~1,182.7 U/g, respectively, there was a big difference in the same type. The α-amylase activity of the fermented products (beverage bases, fermented drinks, liquid teas) were ranged 0.1~1.7 U/g. The average of β-amylase activity in enzyme foods, the other processed foods, the fermented products were found 126.0 U/g, 5.6 U/g and 10.5 U/g, respectively, enzyme-shaped foods were a lot lower than enzyme foods. Total contents of sugars were average 22.4 g/100 g in enzyme foods, 14.8 g/100 g in the other processed foods, 46.9 g/100 g in beverage bases, 41.1 g/100 g in fermented drinks, 39.5 g/100 g in liquid teas, total contents of sugars appeared high amount in the fermented products. Correlations between α-amylase activity and lactose content was statistically significant in enzyme foods (r = 0.644) and it was strong in the other processed foods (r = 0.903). Correlations between β-amylase activity and lactose content was statistically significant in enzyme foods (r = 0.648) and it was strong in the other processed foods (r = 0.757). There was a significant relationship between α-amylase and β-amylase activities in enzyme foods and the other processed foods (r = 0.869, r = 0.760). That is, it was found that also the proportional relationship established among the α-amylase activity, β-amylase activity.

Key words : α-amylase, β-amylase, enzyme foods

최근 효소식품의 붐이라고 할 수 있을 정도로 효소식품에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다. 현대인들의 잘못된 생활습관과 불규칙한 식습관에 의해 우리 몸에 효소가 부족하게 되고 이를 보충하기 위한 효소식품이 등장하면서 다른 건강기능식품과 함께 인기 품목으로 판매되고 있다.

효소식품의 주원료인 효소는 생명체 내 화학 반응의 촉매가 되는 여러 가지 미생물로부터 생기는 유기화합물로 단백질을 주성분으로 하는 고분자화합물이다. 효소의 종류는 생리적 작용에 기인하는 소화효소, 발효효소, 호흡효소, 해당효소, 당화효소 등으로 나누어지며 화학 반응 형식에 의거하면 산화환원효소, 전이 효소, 가수분해효소, 합성효소, 이성화효소 등으로 분류된다[1]. 동물, 식물 등 모든 생물의 세포 속에는 여러 종류의 효소가 있으며, 효소의 촉매 작용에 의해 생명이 유지된다. 즉 효소는 세포 안에 널리 분포되어 생명체의 화학적 반응에 관여한다. 효소는 세포의 대사기능을 활성화시켜 늙은 세포를 새로운 세포로 교체시키는 작용을 하며 항염 · 항균 작용, 해독 · 살균 작용, 혈액 정화 작용, 소화 · 흡수 작용, 분해 · 배출 작용 등 생리 작용에 관여한다[2]. 효소는 기질에 대한 선택성을 가지며 온도와 pH에 영향을 크게 받는다. 모든 효소는 특정 온도와 pH에서 높은 활성을 보이며 그 범위를 벗어나면 촉매기능이 급격히 감소한다.

시중 판매되고 있는 효소식품과 효소표방식품의 원료성분에는 곡류의 함량이 많았고 곡류에 들어 있는 전분은 포도당으로 구성된 고분자물질로 대부분의 전분은 아밀로오스와 아밀로펙틴으로 구성되어 있다. 아밀라아제는 전분을 가수분해하는 효소로 작용 형식에 따라 α-아밀라아제(α-amylase), β-아밀라아제(β-amylase), 글루코아밀라아

*Correspondence to: Myeong Gil Kim, Gyeonggi-do Institute of Health & Environment 95, Pajangcheon-ro, Jangan-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Korea
Tel: 82-31-250-2581, E-mail: myungill@gg.go.kr

제(glucoamylase) 로 분류된다. 식물, 곰팡이, 세균 등의 미생물이나 동물의 소화액에 들어 있으며 그 분포는 넓다. α-아밀라아제는 아밀로오스, 아밀로펙틴을 안쪽에서 가수분해하는 엔도형의 효소로 생성물은 주로 텍스트린으로 소량의 글루코오스도 만들어지며 액화형 아밀라아제라고도 한다. β-아밀라아제는 아밀로펙틴, 아밀로오스의 비환원 쪽에서부터 말토오스 단위로 가수분해하며 당화형 아밀라아제라고도 하고 α-아밀라아제와 β-아밀라아제는 α-1, 4 글루코시드 결합에 작용한다[3].

식품공전의 정의에 따르면, 효소식품은 식물성 원료에 식용미생물을 배양시켜 효소를 다량 함유하게 하거나 식품에서 효소함유부분을 추출한 것 또는 이를 주원료로 하여 섭취가 용이하도록 가공한 것을 말한다. 식품유형은 곡류효소함유제품, 배아효소함유제품, 과・채류효소함유제품, 기타식물효소함유제품으로 구분되며 이는 해당 원재료 함량 60%(배아효소함유제품 원재료함량 40%)에 식용미생물을 배양하거나 해당 식품에서 효소함유 부분을 추출하거나 또는 이를 주원료(50% 이상)로 하여 제조・가공한 제품을 의미한다. 또한 효소식품 규격은 수분, 조단백질, α-아밀라아제, 프로테아제, 대장균, 붕해시험으로 기준규격이 설정되어있고 현재 α-아밀라아제와 프로테아제, 단 2가지 효소에 대한 정성기준만 설정하여 적용하도록 되어 있다[4].

한편, 효소식품으로 혼돈하기 쉬운 발효식품은 곰팡이・세균・효모 등 미생물의 작용에 의해 유기물이 분해되어 새로운 성분을 합성하는 발효라는 작용을 이용해 만든 식품의 총칭하는 것으로 한국의 주요 발효식품으로는 전통장류인 간장・된장・고추장・청국장 등과 채소류 발효식품이 있고 김치・절임류, 수산물 발효식품인 젓갈, 그리고 주류와 식초 등이 주종을 이루고 있다[5].

본 연구에서는 효소식품 표방제품(이하 효소표방식품)에 대해 “효소식품이 아님에도 불구하고 효소의 효능, 효과를 강조하여 소비자들이 효소식품으로 오인하도록 만들어진 제품”으로 정의하고자 한다.

2013년 한국소비자원 조사결과를 살펴보면, 오픈마켓에서 판매실적이 높은 효소식품과 효소표방식품 100개를 선정하여 해당제품의 식품유형을 분석한 결과, 효소식품(24.0%), 기타가공품(38.0%), 음료류(기타발효음료, 음료베이스, 액상차 등, 28.0%), 건강기능성 식품(7.0%), 체중조절용 식품(3.0%) 등으로 나타나 76.0%가 효소식품이 아닌 효소표방식품으로 조사되었다[6].

효소식품은 2008년 건강기능성 식품 공전 개정시, 건강기능식품 일반의 효능에 대한 재평가를 시행하였는데 효소식품의 효능에 대한 임상적인 논문이나 근거자료를 제출하지 못해 제외되었고 2010년부터는 『식품의 기준 및 규격』 일부개정(고시 제2010-2호, 2010.01.07.)에 의해 일반식품 중 기타식품류로 분류되어 관리되고 있다. 그러나 많은 소비자들은 효소식품을 건강기능성 식품으로 오인하여 건강에 대한 기능성이 있다고 믿고 있는 실정이다.

본 연구에서는 곡류 등을 주원료로 한 효소식품과 효소표방식품인 기타가공품에 들어 있는 전분을 분해하는 α-아밀라아제와 β-아밀라아제 활성을 조사하고 발효식품인 음료류와 효소식품의 아밀라아제 활성을 비교하여 소비자에게 정확한 정보를 제공함으로써 올바른 제품을 선택할 수 있도록 도움을 주고 이를 바탕으로 식품공전의 효소의 규격기준이 마련되어 있지 않은 β-아밀라아제의 기준 설정과 효소에 대한 기준강화를 위한 기초자료로 제공하고 일부 식사대용이나 다이어트 식품으로 오인되어 판매되는 이들 제품에 함유된 당 함량을 분석하여 당 함유실태를 파악하고자 한다.

Materials and Methods

재료

인터넷을 통해 유통, 판매 중인 효소식품 50건 (곡류효소함유제품 45건, 과・채류효소함유제품 1건, 기타식물효소함유제품 4건), 효소표방식품 48건 (기타가공품 30건, 음료베이스 6건, 기타발효음료류 7건, 액상차 5건), 총 98건을 구매하여 α-아밀라아제 활성, β-아밀라아제 활성 그리고 당류 (과당, 포도당, 자당, 유당, 맥아당) 함량을 분석하였다.

본 연구에 사용한 효소식품과 기타가공품은 모두 분말제품이었고 음료베이스, 기타발효음료류, 액상차는 모두 액상제품이었으며 이들은 발효의 정의에 의하여 발효식품으로 표시하였다.

시약 및 분석기기

본 연구에 사용된 시약은 soluble starch, calcium chloride (Sigma-Aldrich, China), sodium hydrogen phosphate (Sigma-Aldrich, Germany), sodium metabisulfite (Sigma-Aldrich, Italy), fructose (Sigma-Aldrich, Japan), glucose (Sigma, France), sucrose (Sigma, Switzerland), lactose (Fluka, Japan), maltose (Sigma-Aldrich, Japan), 0.1N I_2 solution, sodium hydroxide (Merck, Germany), sodium acetate anhydrous, dibasic potassium phosphate (Sigma, USA), 3,5-dinitrosalicylic acid (Sigma, India), potassium sodium tartrate tetrahydrate (Kanto, Japan), acetic acid, phenol (Wako, Japan), acetonitrile (Budrick & Jackson, Usa)등 이고 증류수는 Thermo Scientific Barnstead NANO pure Diamond (Reverse Osmosis, Model D126611/D11911, Banstead, USA)를 이용하여 18.2 MΩ수준으로 정제하여 사용하였다. 분석 시료액 여과에는 ADVANTEC 2 (Toyo Roshi Kaisha, Ltd, Japan)를, 표준액 여과에는 Membrane syringe filter (Nylon 13 mm, 0.2 μm, Whatman International ltd, ENGLAND)를 사용하였다.

효소시험에는 Water Bath (Lab. companion CW-10GL, JEIO TECH, Korea)를 사용하여 가온하고 UV-Visible Spectrophotometer (Beckman DU-800, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였고 시료의 당류 분석은 High Performance Liquid Chromatography (2414 RID, 515 Pump, 2707 Autosampler, Column Heater, Waters, USA)를 이용하였다.

효소측정

α-아밀라아제는 Park과 Oh[7]와 김 등[8]의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 요오드와 함께 혼합된 α-아밀라아제에 의해 전분이 가수분해 될 때 나타내는 푸른색이 감소하는 정도를 측정하는 방법으로 α-아밀라아제 활성은 30분간 10 mg의 전분을 분해시켰을 때를 1 U (unit)으로 하여 1 g으로 환산하였다.

검체 약 2.5 g을 정밀히 달아 인산염완충액(pH 6.8)에 녹여 50 mL로 정용한 다음 여과하여 검액으로 하고 1.0% 전분용액을 기질용액으로 사용하였다. 효소시험용 시험관에는 1.0% 기질용액 5 mL와 초산염완충액(pH 5.0) 3 mL, 0.1% $CaCl_2$ 1 mL를 첨가하고 항온수조(37°C)에서 5분간 예열 후 검액 1 mL를 첨가하였고 효소공시험용으로 다른 시험관에 1.0% 기질용액 5 mL와 초산염완충액(pH 5.0) 3 mL, 0.1% $CaCl_2$ 1 mL를 첨가하고 항온수조(37°C)에서 5분간 예열 후 미리 100°C에서 가열처리한 검액 1 mL를 첨가하였다. 또 효소표준용액용 시험관에 1.0% 기질용액 5 mL와 초산염완충액(pH 5.0) 3 mL, 0.1% $CaCl_2$ 1 mL을 첨가하고 항온수조(37°C)에서 5분간 예열 후 증류수 1 mL를 첨가하였다. 각 시험관을 잘 흔든 후 정확히 30분간 항온수조(37°C) 내에서 반응시켰다. 반응완료 후 즉시 얼음물로 냉각시키고 시험관에 반응액 0.2 mL를 취하고 0.00025 N I_2 solution 10 mL를 첨가한 후 UV-Visible Spectrophotometer를 이용하여 660 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

β-아밀라아제는 Namgung과 Hong[9], 박 등[10]의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 환원당에 의해 3,5-디니트로살리실산의 NO_2기가 NH_2기로 환원되면서 적갈색을 띠는 성질을 이용하여 비색정량하는 방법으로 β-아밀라아제 활성은 1분간 1 mg의 맥아당(maltose)에 상당하는 환원당을 생성할 때를 1 U(unit)으로 하여 1 g으로 환산하였다.

검체 약 2.5 g을 정밀히 달아 인산염완충액(pH 6.8)에 녹여 50 mL로 한 다음 여과하여 검액으로 하였다. 효소시험용 시험관에 0.5% 전분을 함유하는 0.4 M 초산염완충액(pH 4.8)을 기질용액으로 하여 1 mL를 넣고 항온수조(50°C)에서 5분간 정치하고, 검액 1 mL를 첨가하고 항온수조(50°C)에서 정확히 10분간 반응시킨 다음 3,5 디니트로살리실산시액 2 mL를 첨가하여 반응을 정지시켰다. 별도의 효소공시험용 시험관에 기질용액 1 mL 및 3,5-디니트로살리실산시액 2 mL를 넣고, 이에 검액 1 mL를 첨가했다. 시험관 모두를 끓는 수욕조에서 10분간 끓여주고 신속하게 냉각시킨 후 물 10 mL를 넣고 잘 흔들어 주었다. 효소공시험용액을 대조액으로 하여 UV-Visible Spectrophotometer를 이용하여 540 nm의 파장에서 효소시험용액의 흡광도를 측정하였다. 따로, 표준용액은 맥아당 (표준품)을 이용하였으며 검액 1 mL 대신에 표준용액 1 mL와 물 1 mL를 각각 사용하여 시험용액과 동일조작을 하였다. 물을 사용한 것을 대조액으로 하여 단계 희석한 표준용액의 흡광도를 측정하고 표준곡선을 작성하였다.

당분석

표준용액은 표준품 (과당, 포도당, 자당, 유당, 맥아당)을 각각 약 1 g을 취하여 증류수를 가하여 100 mL 정용하고 증류수로 0.02, 0.05, 0.1, 1.0%로 희석하여 사용하였다. 검체는 균질화한 후 약 1.0 g을 정밀히 달아 증류수 25 mL에 녹인 후 아세토니트릴을 가하여 50 mL로 정용하고 여과 후 시차굴절계검출기(RI 410, Waters Co., USA)를 사용하여 HPLC로 분석하였고 기기 조건은 Table 1과 같고 당 표준품의 HPLC의 크로마토그램은 Fig. 1과 같다.

통계처리

실험결과 자료는 SPSS (statistical package for social

Table 1. Operation condition of HPLC

Parameter	Sugars
Instrument	HPLC system (Waters Corporation, U.S.A)
Column	Cabohydrate performance (Waters, 250 × 4.6 mm, 5 um)
Column temperature	40°C
Mobile phase	H_2O : ACN (25 : 75)
Flow rate	1.0 mL/min
Injection volume	20 μL
Detector	RI Detector

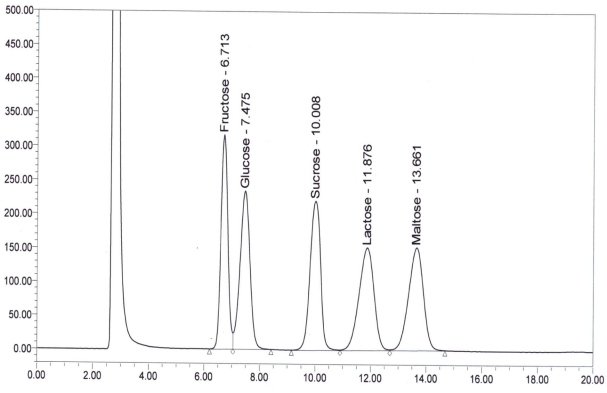

Fig. 1. HPLC-RID chromatogram of fructose, glucose, sucrose, lactose and maltose.

science)를 이용하여 분석한 후 피어슨 상관계수를 사용하여 $p < 0.01$, $p < 0.05$를 기준으로 실험값 간의 유의성을 검증하였다.

Results and Discussion

효소의 활성측정

효소를 측정하는 것은 활성을 측정하는 것으로 효소의 유효량을 규명하는 것이며 이는 효소를 취급하는 데에 기본량이 되기도 한다. 효소의 활성은 반응속도이므로 활성측정은 효소반응의 속도를 측정하는 것이다. 반응속도는 물론 온도와 pH 등 조건의 영향을 받는다. 따라서 활성측정은 pH, 온도, 기질농도 등을 최적조건 하에 두고 실행하여야 한다. 효소단위는 단위시간에 일정량의 효소에 의해 생성물로 변환되는 기질량으로 정의되고 활성측정법은 기질의 감소량 또는 생성물의 증가량을 어떻게 분석하느냐 하는 방법이라고 할 수 있다[11].

α-아밀라아제 활성을 평균값으로 살펴보면, 효소식품은 4,625.06 U/g이었고 최소 4.91 U/g에서 최대 53,854.56 U/g으로 같은 유형의 제품 간에 10,968배 이상 커다란 활성차이를 나타냈고 효소표방식품인 기타가공품은 116.67 U/g, 발효식품 (음료베이스 0.68 U/g, 기타발효음료류 0.71 U/g, 액상차 0.24 U/g)은 0.57 U/g으로 나타났다. 효소식품은 기타가공품에 비해 약 40배 정도 높은 활성을 나타냈고 발효식품은 1.0 U/g이하의 미미한 활성을 나타냈다.

β-아밀라아제 활성을 평균값으로 살펴보면, 효소식품은 125.97 U/g이었고 기타가공품 5.61 U/g, 음료베이스 8.74 U/g, 기타발효음료류 11.16 U/g, 액상차 11.66 U/g이었다. 열에 약한 β-아밀라아제 활성은 효소식품에서 최소 0.35 U/g 에서 최대 1,144.29 U/g의 범위로 식품유형 간에 3,269배 이상 큰 편차를 나타냈고 효소표방식품 중 기타가공품을 제외한 발효식품의 β-아밀라아제 활성은 평균 10.49 U/g으로 효소식품보다 매우 낮게 나타났다.

곡류 등을 주원료로 한 효소식품과 효소표방식품인 기타가공품에 들어 있는 전분을 분해하는 α-아밀라아제와 β-아밀라아제는 효소식품에서 기타가공품에 비해 높은 활성을 나타냈고 발효식품에서는 매우 낮게 나타났다. 효소식품과 효소표방식품의 α-아밀라아제, β-아밀라아제 활성은 Table 2와 같다.

α-아밀라아제 활성측정

α-아밀라아제 활성에 대한 제품의 분포를 살펴보면, 효소식품 50건 중 1~10 U/g는 5건, 10~20 U/g는 4건, 20~100 U/g는 2건, 100~1,000 U/g는 14건, 1,000~2,000 U/g는 9건, 2,000~4,625 U/g는 5건, 4,625~10,000 U/g는 4건, 10,000~20,000 U/g는 5건, 20,000~60,000 U/g는 2건이었고 기타가공식품 30건 중 1~10 U/g는 13건, 10~20 U/g는 7건, 20~100 U/g는 6건, 100~1,000 U/g는 3건, 1,000~2,000 U/g는 1건이었다. 발효식품인 음료베이스 6건 중 1 U/g이하는 4건, 1~10 U/g는 2건이었고 기타발효음료류 7건 중

Table 2. α-Amylase, protease and β-amylase activities of enzyme foods and enzyme-shaped foods

(unit: U/g)

Food group			α-Amylase	β-Amylase
Enzyme foods			4,625.06 (4.91~53,854.56)	125.97 (0.35~1,144.29)
Enzyme -shaped foods	Powder products	The other processed foods	116.67 (2.87~1182.72)	5.61 (0.46~24.15)
	Liquid products	Beverage bases	0.68 (0.11~1.59)	8.74 (6.94~12.90)
		Fermented drinks	0.71 (0.16~1.71)	11.16 (6.80~16.41)
		Liquid teas	0.24 (0.11~0.59)	11.66 (8.14~14.60)
		Total	0.57 (0.11~1.71)	10.49 (6.80~16.41)

Table 3. The distribution of products classified by α-amylase activities of enzyme foods and enzyme-shaped foods

Food groups		Range of activity concentration (U/g)									
		≤ 1	≤ 10	≤ 20	≤ 100	≤ 1,000	≤ 2,000	≤ 4,625	≤ 10,000	≤ 20,000	≤ 60,000
Enzyme Foods			5	4	2	14	9	5	4	5	2
Enzyme -shaped foods	The other processed foods		13	7	6	3	1				
	Beverage Bases	4	2								
	Fermented drinks	4	3								
	Liquid teas	5									
Total		13	23	11	8	17	10	5	4	5	2

1 U/g이하는 4건, 1~10 U/g는 3건, 액상차 5건은 모두 1 U/g 이하 제품이었다. 효소식품과 효소표방식품의 α-아밀라아제 활성에 의한 제품 분포는 Table 3과 같다. 효소식품의 경우, α-아밀라아제 활성에 대한 정량기준이 설정되어 있지 않아 시험결과 평균값을 기준으로 하여 살펴보면, 평균 4,625 U/g로 50건 중 39건(약 78%)이 평균 활성에 못 미치는 것으로 나타났고 발효식품의 경우, 18건 중 13건이 1 U/g에도 못 미치는 미미한 활성을 나타냈다.

β-아밀라아제 활성측정

β-아밀라아제 활성에 대한 제품의 분포를 살펴보면, 효소식품 50건 중 1 U/g이하는 6건, 1~15 U/g는 16건, 15~50 U/g는 7건, 50~126 U/g는 12건, 126~500 U/g는 5건, 500~1,000 U/g는 2건, 1,000~1,500 U/g는 2건이었고 기타가공식품 30건 중 1 U/g이하는 10건, 1~15 U/g는 16건, 15~50 U/g는 4건이었다. 음료베이스 6건은 모두 1~15 U/g이었고 기타발효음료류 7건 중 1~15 U/g는 6건, 15~50 U/g는 1건, 액상차 5건은 모두 1~15 U/g이었다. 효소식품과 효소표방식품의 β-아밀라아제 활성에 의한 제품 분포는 Table 4와 같다. 효소식품의 β-아밀라아제 활성이 평균 126 U/g에 못 미치는 제품이 50건 중 41건으로 약 82%가 평균 활성에 못 미치는 것으로 나타났고 발효식품의 경우, 18건 중17건이 15 U/g에 못 미치는 활성을 나타냈다. 효소표방식품의 β-아밀라아제 활성은 효소식품에 비해 매우 낮은 활성을 나타냈다. 식품공전에 규격기준이 설정되어 있지 않은 β-아밀라아제 활성을 조사한 결과 같은 효소식품 내에서도 커다란 활성 차이를 보였고 α-아밀라아제와 더불어 전분을 가수분해하는 효소로서 커다란 역할을 하는 β-아밀라아제의 규격기준도 마련되어야 할 것으로 생각된다.

당 함량

효소 (표방)식품 일부가 체중조절용식품이나 다이어트식품으로 선정하여 판매되는 사례가 종종 발생하는데 이에 본 연구에서는 효소식품과 효소표방식품의 당 함량을 분석하여 실태를 파악하고자 하였다. 효소식품과 효소표방식품의 총 당 함량을 살펴보면, 효소식품은 평균 22.36 g/100 g, 기타가공품은 14.80 g/100 g, 음료베이스는 46.89 g/100 g, 기타발효음료류는 41.14 g/100 g, 액상차는 39.54 g/100 g으로 발효식품에서 높은 총 당 함량을 나타냈다. 각 식품유형에 개별 당 함량을 평균값으로 살펴보면, 효소식품은 포도당(10.02 g/100 g)과 유당(8.62 g/100 g), 기타가공품은 포도당(8.91 g/100 g), 음료베이스는 과당(23.37 g/100 g)과 포도당(23.16 g/100 g), 기타발효음료는 포도당(22.09

Table 4. The distribution of products classified by β-amylase activities of enzyme foods and enzyme-shaped foods

Food groups		Range of activity concentration (U/g)						
		≤ 1	≤ 15	≤ 50	≤ 126	≤ 500	≤ 1,000	≤ 1,500
Enzyme foods		6	16	7	12	5	2	2
Enzyme -shaped foods	The other processed foods	10	16	4				
	Beverage bases		6					
	Fermented drinks		6	1				
	Liquid teas		5					
Total		16	49	12	12	5	2	2

Table 5. Each sugar contents in enzyme foods and enzyme-shaped foods

(unit : g/100 g)

Food groups		Fructose	Glucose	Sucrose	Lactose	Maltose	Total
Enzyme foods		1.70 (0 ~16.36)	10.02 (0.28~38.33)	0.65 (0~3.93)	8.62 (0.09~38.29)	1.38 (0.24~0.52)	22.36 (1.84~59.96)
Enzyme -shaped foods	The other processed foods	2.08 (0.03~13.22)	8.91 (0.24~45.93)	2.16 (0~13.87)	1.43 (0~10.02)	0.22 (0~1.59)	14.80 (3.20~48.23)
	Beverage bases	23.37 (18.34~31.10)	23.16 (17.14~30.37)	0.09 (0.02~0.76)	0.05 (0~0.20)	0.13 (0~0.78)	46.89 (36.82~56.82)
	Fermented drinks	18.57 (8.56~29.94)	22.09 (12.05~30.55)	0.09 (0~0.58)	0.12 (0~0.44)	0.27 (0~0.90)	41.14 (22.93~57.05)
	Liquid teas	14.28 (11.06~16.53)	19.43 (16.56~23.28)	5.39 (0~2 6.11)	0.20 (0~0.43)	0.24 (0~0.61)	39.54 (28.30~60.02)

g/100 g)과 과당(18.57 g/100 g), 액상차는 포도당(19.43 g/100 g)과 과당(14.28 g/100 g)이 많은 함량을 나타냈다. 효소식품과 효소표방식품의 당 함량은 Table 5와 같다. 효소식품과 기타가공품의 총 당 함량을 비교해보면, 효소식품의 총 당 함량이 높게 나타났는데 그 이유는 당류 중 유당 함량의 비율이 기타가공식품보다 훨씬 높게 나타났기 때문이고 그 외 두 제품 모두 당류 중 포도당 함량이 다른 당류 보다 높게 나타났는데 이는 주 원료인 곡류의 비율이 높기 때문으로 생각된다. 곡류의 주성분인 전분은 포도당으로 구성된 다당류이기 때문이다.

효소표방식품 중 발효식품의 개별 당 함량을 비교해보면, 3가지 제품유형 모두 과당과 포도당의 비율이 다른 당류보다 높게 나타났고 액상차에서 자당의 비율이 조금 높게 나타났다. 일반적으로 자당이 슈크라제에 의해 과당과 포도당으로 가수분해되는데 액상차에선 미분해된 자당이 존재하기 때문으로 생각된다.

당류의 세계보건기구(WHO) 권고기준은 1일 50 g 이하인데 1회 제공량을 고려하여 발효식품의 당 섭취량을 살펴보면, 제품에 표시된 음용방법 (1회 제공량(약 25 mL(g))을 물로 희석하여 섭취)으로 하루에 1회 섭취 시 음료베이스는 11.7 g, 기타발효음료류는 10.3 g, 액상차는 9.9 g의 당을 섭취하게 되는데 이는 권고기준치의 약 20%에 해당되는 높은 수준이다. 과도한 섭취가 이루어지지 않도록 복용량을 조절할 필요가 있다고 생각된다.

효소식품의 당 섭취량은 1일 1회 제공량(약 3 g~5 g)을 고려하면 약 0.67 g~1.12 g 이고, 기타가공품은 1회 제공량(약 5 g~10 g)을 고려하면 약 0.74 g~1.48 g으로 발효식품과 비교하면 낮은 수치로 나타났다.

효소 및 당류의 상관관계분석

효소식품 중 α-아밀라아제 활성, β-아밀라아제 활성, 당(과당, 포도당, 자당, 유당, 맥아당) 함량의 Pearson 상관관계를 99%, 95% 신뢰수준에서 분석한 결과는 Table 6과 같다. 일반적으로 Pearson 상관관계 분석에서 $r \le 0.2$ 는 매우 약한 상관관계, $0.2 < r \le 0.4$ 는 약한 상관관계, $0.4 < r \le 0.6$는 보통 상관관계, $0.6 < r \le 0.8$ 는 강한 상관관계, $r > 0.8$ 는 매우 강한 상관관계가 존재한다[12]고 판단하는데 이를 기준으로 보면, α-아밀라아제 활성은 β-아밀라아제 활성과 매우 강한 상관관계($r = 0.869$, $p < 0.01$)를 나타냈고 총 당 함량(Sugars)과는 강한 상관관계($r = 0.683$, $p < 0.01$)를 나타냈는데 이는 개별 당류 중 유당 함량($r = 0.644$, $p < 0.01$)으로 인한 영향으로 판단된다.

β-아밀라아제 활성은 총 당 함량과 강한 상관관계($r = 0.733$, $p < 0.01$)를 나타냈고 개별 당류 중 유당 함량과 강

Table 6. Correlations between α-amylase, β-amylase activities and Sugars of enzyme foods

	α-Amylase	β-Amylase	Fructose	Glucose	Sucrose	Lactose	Maltose	Sugars
α-Amylase	1							
β-Amylase	.869**	1						
Fructose	−0.047	−0.005	1					
Glucose	.406**	.348*	−0.026	1				
Sucrose	−0.17	−0.198	.703**	−.422**	1			
Lactose	.644**	.648**	−0.206	0.14	−0.246	1		
Maltose	0.018	0.275	−0.106	−0.006	−0.189	0.055	1	
Sugars	.683**	.733**	0.049	.652**	−0.277	.758**	.291*	1

**p < 0.01, *p < 0.05

Table 7. Correlations between α-amylase, β-amylase activities and Sugars of the other processed foods

	α-Amylase	β-Amylase	Fructose	Glucose	Sucrose	Lactose	Maltose	Sugars
α-Amylase	1							
β-Amylase	.760**	1						
Fructose	−0.18	−0.055	1					
Glucose	0.132	.571**	−0.094	1				
Sucrose	−0.092	−0.168	−0.101	−0.275	1			
Lactose	.903**	.757**	−0.166	0.18	−0.122	1		
Maltose	0.328	.456*	−0.312	.575**	−0.238	0.288	1	
Sugars	0.250	.663**	0.085	.929**	−0.033	0.310	.504**	1

**p < 0.01, *p < 0.05

한 상관관계($r = 0.648$, $p < 0.01$)를 나타냈다. 즉, α-아밀라아제와 β-아밀라아제 효소의 활성은 모두 총 당 함량과 강한 상관관계($r = 0.683$, $r = 0.733$, $p < 0.01$)를 보였다.

효소식품에서 총 당 함량은 개별 당류 중 유당 함량($r = 0.758$, $p < 0.01$) 및 포도당 함량($r = 0.652$, $p < 0.01$)과 강한 상관관계를 나타냈다. 효소식품은 기타가공품과 다르게 원료 성분에 유당을 함유하여 판매되는 제품이 다수 있어 이에 영향을 미친 것으로 생각되며 주원료로 사용된 곡류의 전분성분이 포도당 함량에 관여하여 강한 상관관계를 나타낸 것으로 판단된다.

효소표방식품 중 기타가공품의 α-아밀라아제 활성, β-아밀라아제 활성, 당 (과당, 포도당, 자당, 유당, 맥아당)함량의 상관관계를 분석한 결과한 결과는 Table 7과 같다. α-아밀라아제 활성은 β-아밀라아제 활성과 강한 상관관계($r = 0.760$, $p < 0.01$)가 있었으며 개별 당류 중 유당 함량($r = 0.903$, $p < 0.01$)과 매우 강한 상관관계를 나타냈다.

β-아밀라아제 활성은 총 당 함량과 강한 상관관계($r = 0.633$, $p < 0.01$)를 나타냈고 개별 당류 중 유당 함량과 강한 상관관계($r = 0.757$, $p < 0.01$)를, 포도당 함량과 보통 상관관계($r = 0.571$, $p < 0.01$)를 나타냈다. 기타가공품에서 총 당 함량은 개별 당류 중 포도당 함량($r = 0.929$, $p < 0.01$)과 매우 강한 상관관계를 보였고 그 밖에 맥아당 함량($r = 0.504$, $p < 0.01$)과 보통 상관관계를 나타냈다.

곡류를 원료로 한 효소식품과 효소표방식품인 기타가공품 모두에서 α-아밀라아제 활성과 β-아밀라아제 활성 사이에서 강한 양의 상관관계를 나타냈고 즉, 두 효소 활성 사이에 양의 비례 관계가 성립함을 알 수 있었다.

국문요약

본 연구는 효소식품과 효소표방식품 (기타가공식품, 음료베이스, 기타발효음료, 액상차) 98건에 대한 α-아밀라아제, β-아밀라아제 활성과 당 함량을 조사하였다. 효소식품과 기타가공품의 α-아밀라아제 활성은 각각 4.9~53,854.6 U/g, 2.9~1,182.7 U/g으로 같은 유형간에 큰 차이가 있었다. 발효식품의 α-아밀라아제 활성은 각각 0.1~1.7 U/g이었다. 효소식품, 기타가공품 그리고 발효식품의 β-아밀라아제 평균 활성은 각각 126.0 U/g, 5.6 U/g, 10.5 U/g으로 효소표방식품은 효소식품보다 훨씬 낮은 활성을 나타냈다.

평균 당 함량은 효소식품 22.4 g/100 g, 기타가공품 14.8 g/100 g, 음료베이스 46.9 g/100 g, 기타발효음료류 41.1 g/100 g, 액상차 39.5 g/100 g으로 발효식품에서 높은 당 함량을 나타냈다.

α-아밀라아제 활성과 유당 함량은 효소식품에서 통계적으로 강한 상관관계($r = 0.644$)를 나타냈고 기타가공식품에서는 매우 강한 상관관계($r = 0.903$)를 나타냈다. β-아밀라아제 활성과 유당 함량은 효소식품에서 통계적으로 강한 상관관계($r = 0.648$)를 나타냈고 기타가공식품에서는 강한 상관관계($r = 0.757$)를 나타냈다. 효소식품과 기타가공품에서 α-아밀라아제 활성과 β-아밀라아제 활성 사이에는 매우 강한 상관관계($r = 0.869$, $r = 0.760$)를 나타냈다. 즉, α-아밀라아제 활성과 β-아밀라아제 활성 사이에 비례관계가 성립함을 알 수 있었다.

References

1. Environmental Terminology Research:Korea-English Environmental engineering Dictionary, Sungandang (1996).
2. Park M.Y., Lee G.S., Park S.J.:Power food-Super food, Blue happiness (2010).
3. Che B.S., Kim E.S.:Dictionary of Nutrition, Academy book (1998).
4. Ministry of Food and Drug Safety:Korea Food Code (2013).
5. Encyclopedia of korean culture:The Academy of Korean Studies (1991).
6. Korea Consumer Agency:Survey of Enzyme (Enzyme-shaped) Foods Safety (2013).
7. Park, J.M. and Oh, H.I.:Changes in microflora and enzyme activities of traditional kochujang meju during fermentation, *Korean J. Food Sci. Technol*, **27**, 56-62 (1995).
8. Kim Y.B., Sunwoo Y., Kim C.S., Lee S.H., Kim Y.O., Ra D.C., Hwang Y.S., Kim S.K.:Studies on the Standard Determination and axtivity of digestive enzymes(I):α-Amylase and β-Amylase activities, *Report of NIH Korea*, **24**, 641-655 (1987).
9. Namgung, H. and Hong J.S.:Studies on the amylase formation of Koji-Molds. *Bulletin of the Agri. Coll. Jeobug Natl. Univ.*, **4**, 61-67 (1973).
10. Park H.S., Kim B.H., Choi H.S., Kim J.M., Kim M.K.: Enzyme activity of Basidiomycetes products in each cereals, *Journal of Mushroom Science and Production*, **8(3)**, 102-108 (2010).
11. Kang Y. H.:Encyclopedia of life science, Academy Book (2008).
12. Ryu C.S.:SPSS 14.0 for Windows (5th Edition), Elite (2006).