

동아프리카 자원식물을 활용하여 개발된 지속가능한 영양보충식품의 영양성분 분석

이경애¹ · 김예정^{1,2} · 고광오³ · 김희선^{1*}

¹순천향대학교 식품영양학과, ²해태제과, ³순천향대학교 화학과

Nutrient Analyses of Sustainable Ready-to-Use-Supplemental Food (RUSF) developed with East African Ethnic Plant Resources

Kyoung-Ae Lee¹, Ye-Jung Kim^{1,2}, Kwangoh Koh³ and Hee-Seon Kim^{1*}

¹Dept of Food Science and Nutrition, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

²HAITAI Confectionery & Foods, Yangju 11521, Korea

³Dept of Chemistry, Soonchunhyang University, Asan 31538, Korea

ABSTRACT

The objectives of the study were to analyze the various nutrient contents of ready-to-use-supplemental-food (RUSF) developed with Eastern African ethnic plants and compare them with commercially available supplemental food (CASF) for infants. RUSF was made with three African plants, including *Ficus sur*, *Amaranthus caudatus*, and *Prosopis juliflora* and locally available food ingredients in DR Congo and Ethiopia and was cooked at 180°C for 20 min in a conventional oven. Macronutrients were analyzed by the AOAC method. Contents of 17 amino acids were analysed with amino acid analyzer, and vitamin B₁, niacin, vitamin B₆, and vitamin C were analyzed with HPLC. Isomers of vitamin E were analyzed by GC-FID. The price of RUSF was 0.133 USD per 100g. Contents of macronutrients were not significantly different between developed RUSF and CASF. Results of amino acid analysis showed that most amino acid contents were similar or higher in RUSF compared with CASF. However, glutamic acid and lysine contents were less in RUSF than in CASF. Vitamin E and vitamin B₁ contents were more than five times higher in RUSF (22.40, 6.26 mg/100 g, respectively) than in CASF (4.00, 0.80 mg/100 g, respectively). Niacin was about three times higher while vitamin B₆ was almost 20 times higher in RUSF than in CASF. However, ascorbic acid was significantly lower in RUSF (3.43 mg/100 g) than in CASF (42.08 mg/100 g). Our study found that the developed localized RUSF showed higher nutrient contents in most micronutrients analyzed except for ascorbic acid. Out of 17 amino acids, glutamic acid and lysine contents in RUSF were less than in CASF. Therefore, further study is needed in order to improve these nutrients contents.

Key words : RUSF, nutrients analyses, localization

서 론

식량 안보는 각 개인과 사회에게 활동적이고 건강한 삶을 위한 에너지와 영양을 충족시키는 적절한 식품을 육체적, 사회적, 경제적으로 항상 충분하고 안전하게 접근할 수 있도록 하는 것으로 정의한다(Maxwell S 1996). 세계적으로 2000년대에 들어서며, 기아로 고통 받는 사람들의 수와 비율이 감소한 것으로 추정되지만(Chen S & Ravallion M 2007), 여전히 10억 명 이상의 인구가 영양실조인 것으로 알려져 있다(FAO 2010). 이 중 98% 이상이 개발도상국에 살고 있다(World Bank 2008; FAO 2011).

실제로 많은 아프리카 국가들은 오랜 기간 지속되어온 빈곤, 고갈된 천연자원, 불평등한 세계무역관계, 인구증가, 내전으로 인한 불안정한 정치체제 및 미비한 행정기관과 인프라 등으로 기아와 영양실조가 큰 건강 문제로 직면하고 있다(Von Grebmer KV 등 2008; Brown ME 2009; Wheeler T & von Braun J 2013). 특히 성장기 아동들과 가임기 여성 등 취약계층의 영양결핍 문제의 해결이 가장 중요함에도 불구하고, 국가적으로 적절한 영양을 제공하지 못하고 있는 실정이다(Daelmans B & Saadeh R 2003; Anigo KM 등 2009). 기후변화에 관한 정부 간 협의체의 2011년 특별 보고서에 따르면 앞으로 아프리카 대륙에서 가뭄의 발생이 더욱 증가될 것으로 전망된다고 발표하여 아프리카 지역의 식량문제는 더욱 심각해질 것으로 보여진다. 이에 World Health Organization

* Corresponding author : Hee-Seon Kim, Tel:+82-41-530-1263, Fax: +82-41-530-1264, E-mail: hskim1@sch.ac.kr

(WHO), World Food Programme(WFP), United Nations International Children's Emergency Fund(UNICEF), United Nations Food and Agriculture Organization(FAO) 등의 국제기구 및 각국의 정부기관에서는 아프리카 지역으로의 구호식량을 원조하고 있는 상황이다. 그러나 이러한 식량지원 정책은 국제적, 정치·경제적 상황에 큰 영향을 받기 때문에, 안정적으로 공급되지 못하고 단기간의 원조에 그치거나, 장기지원 중에도 예고 없이 지원이 중단되는 등 많은 문제점이 지적되고 있다. 갑작스런 예고 없는 원조 중단은 부족한 식량물자를 자체적으로 조달하기가 어려운 아프리카 국가들에게 지속적인 영양문제 개선에 큰 도움이 되지 못하고 있는 실정이다. 아프리카의 원조가 과거처럼 무조건적인 개발만을 지원하기에는 지구 기후변화, 환경문제, 비용 등 여러 가지 현대사회의 문제가 제기되고 있다. 따라서 시급한 취약계층의 영양문제를 해결하기 위해서는 기존의 방식인 외국자본에 의존하는 식량원조의 형태가 아닌 자립적으로 현지에서 지속하여 공급할 수 있는 기술개발이 시급한 과제로 떠오르고 있다.

따라서 식량안보의 문제에 대응하기 위한 많은 시도들 중 식품 다양화의 접근을 통한 시도가 진행되고 있으며, 이는 광범위하기는 하지만 식품 가용성, 접근성, 안정성을 강화하는 것이기 때문에 지속가능한 식량안보 확립에 직접적인 의미가 있을 것으로 사료된다(Molina AB 등 2003).

본 연구에서는 현지화가 가능한 식량자원과 식량안보를 확보하기 위한 방안으로 동아프리카 자생식물 중 식량자원으로의 개발이 가능한 식물을 이용하여 식량부족 및 영양불량 개선을 위한 영양보충식품(ready to use supplemental food; RUSF)을 제조하는 방법을 제시하고자 한다. 이에 동아프리카 자생식물 중 현지인에 의해 식량대용으로 사용되어 온 영양성분이 뛰어난 자원식물들을 스크린한 후(Kim YJ 등 2011), *Ficus sur*, *Amaranthus caudatus*, *Prosopis juliflora* 등을 현지화된 RUSF 개발을 위한 자원식물로 선정하여 현지형 유아보충식품 혹은 이유식을 개발하고자 하였다. 개발한 RUSF의 영양평가를 위해 상업적으로 판매되고 있는 기존의 유아용 이유식(commercially available supplemental food; CASF)과 비교하여 영양소 분석을 실시하였다. 또한 개발된 RUSF는 개선 과정을 통하여 장차 지속가능하며, 현지화된 영양보충식품으로 동아프리카 영유아 및 어린이 영양개선 사업에 사용하기 위하여 현지화에 필요한 시장조사를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료, 시약 및 기기

1) 연구재료

RUSF의 개발을 위해 사용된 현지 식물자원은 선행연구(Kim YJ 등 2011)에서 영양학적 가치가 높은 것으로 판명된 3가지 동아프리카 자원식물체인 *Ficus sur*, *Amaranthus caudatus*, *Prosopis juliflora*를 콩고민주공화국(DR Congo)과 에티오피아에서 수집한 후, 건조하여 분말화한 것을 한국으로 이송하여 사용하였다. 그 밖의 재료는 현지에서 재배되는 탄수화물원인 보리, 옥수수과 영양성분을 보충해주는 재료들인 바나나, 계란, 땅콩, 참깨 등으로 본 연구를 위한 RUSF 제조를 위해서는 아산시에 위치한 일반시장에서 구입하여 사용하였다. CASF는 N사의 유아용 이유식인 C제품을 구매하여 사용하였다. 해당제품이 본 연구에서 개발된 영양바의 영양성분을 비교하기 위한 비교제품으로 선택된 이유는 다국적 기업인 N사의 제품이 동아프리카와 우리나라에서 널리 이용되고 있으며, 특히 C제품은 본 연구의 제품을 사용하고 자 하는 대상국가인 DR Congo와 에티오피아에서 유아를 위한 구호식품으로 국제기구에서 지원받는 제품 중 일부이기 때문이다.

2) 시약 및 기기

영양성분 분석에 사용한 sodium phosphate monobasic, hydrochloric acid, thiamine hydrochloride, nicotinic acid, pyridoxine hydrochloride, ascorbic acid, metaphosphoric acid, α -tocopherol은 Sigma-Aldrich(USA)사의 제품을 사용하였고, hexane, methanol은 HPLC grade solvent를 사용하였다.

아미노산 분석기는 Sykamm사의 amino acid analyzer S430 (Sykamm, Germany)를 사용하였으며, 컬럼은 cation separation column(LCA K06/Na 4.6× 150 mm, Sykamm, Germany)과 ammonia filtration column(LCA K04/Na 4.6× 100 mm, Sykamm, Germany)을 사용하였다. 영양성분 분석을 위해 HPLC는 Shimadzu사(Shimadzu Co., Japan)의 제품을 사용하였으며, column은 YMC-PACK Pro C18, 250 × 4.6mm I.D. S-5 μ m, 12 nm(YMC Co., Japan)를 사용하였다. GC-FID는 Shimadzu사(Shimadzu Co., Japan)의 제품을, column은 HP-5 30 m × 0.25 mm I.D. 0.25 μ m(Agilent Co., USA)을 이용하였다.

2. 연구방법

1) 분석시료의 준비

RUSF의 영양분석을 위하여 시료는 H사 R&D팀에서 상평화를 위해 진행 중인 영양바의 기본 레시피를 바탕으로 현지에서 조달되지 않는 재료를 현지작물로 대체하는 수정을 거쳐 레시피를 현지형으로 완성하였다. 개발된 RUSF의 영양소 함량 분석을 위하여 레시피대로 재료를 혼합한 후, 일반 조리용 오븐(conventional oven)으로 180℃에서 20분간 조리

한 후 건조하여 분말화한 시료를 사용하였다.

2) 일반성분 분석

다량영양소 분석은 AOAC 방법에 준하여 조지방은 Soxhelt 방법, 조회분은 550°C 직접회화법으로 분석하였다. 조단백은 농협중앙회에 의뢰하여 Micro Kjeldahl 방법으로 분석하였다. 탄수화물은 100에서 조단백, 조지방, 조회분을 뺀 값으로 구하였다. 열량은 탄수화물, 조단백, 조지방에 각각 4 kcal/g, 4 kcal/g, 9 kcal/g으로 계산하였다. 모든 실험은 3번의 실험 값을 평균하여 비교하였다.

3) 아미노산 분석

시료 약 100 mg에 6M HCl 15 mL를 가한 후 약 5분간 질소가스로 충전하고, cap을 막은 후 110°C dry oven에서 24시간 incubation하였다. 시료를 상온에서 식힌 후 55°C에서 감압농축하고, pH 2.2 buffer 용액 25 mL를 가한 후 0.45 µm filter에 여과한 후 희석하여 아미노산 분석기로 분석하였다. 아미노산 분석기의 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

4) 미량영양소 분석

Vitamin B₁, niacin, vitamin B₆ 분석은 식품공전에 준하여 분석하였다. 시료 약 0.5 g을 취하여 증류수 40 mL에 넣고, sonicator에서 30분간 추출한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 후 상층액만 취하여 0.45 µm Syringe filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 비타민 B군의 분석을 위한 HPLC 분석조건은 Table 2와 같다.

Table 1. Amino acid analyzer operating condition

Condition	
Model	Sykam S430
Column	Cation separation column (LCA K06/Na 4.6×150 mm, Sykamm, Germany), ammonia filtration column (LCA K04/Na 4.6×100 mm, Sykamm, Germany)
Injection volume	100 µL
Flow rate	0.3 mL/min
Pump	0.45 mL/min
Temperature of the reactor	130°C
Temperature of the column	74°C
Gas	Nitrogen

Table 2. HPLC operating condition for vitamin B group and vitamin C analyses

	Vitamin B group	Vitamin C analysis
Model	Shimadzu HPLC-20A (UV-VIS)	
Injection volume	10 µL	
Column	YMC-PACK Pro C18, 250 × 4.6 mm I.D. S-5 µm, 12 nm	
Mobile phase	50 mM NaH ₂ PO ₄ (adjusted to pH 2.5 with HCl)	30% methanol (with 0.14% hexansulfonic acid and 1% acetic acid)
Flow rate	0.8 mL/min	0.5 mL/min
Detector	UV 254 nm	UV 540 nm

Vitamin C 분석은 Leo(1992)의 방법을 사용하여 분석하였다. 시료 약 0.2 g을 취하여 0.1 M methaphosphoric acid 10 mL에 넣고, sonicator에서 20분간 추출한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리한 후 상층액만 취하여 0.45 µm Syringe filter로 여과하여 HPLC에 주입하여 분석하였다. HPLC 분석조건은 Table 2와 같다.

Vitamin E 분석은 Soxhlet 추출법을 사용하였다. 시료 약 0.5 g을 취하여 hexane 200 mL에 넣고, Soxhlet 추출관에 8시간동안 추출하였다. 그 다음 추출된 hexane을 120°C dry oven에서 약 3시간 정도 증발시켰다. 증발시킨 후 hexane 6 mL를 첨가하여 희석한 뒤 0.45 µm Syringe filter로 여과하여 GC-FID에 주입하여 분석하였다. GC-FID 분석조건은 Table 3과 같다.

3. 현지화를 위한 시장조사

Table 3. GC-FID operating condition for vitamin E isomers analysis

Condition	
Model	Shimadzu GC-2010 Plus (FID)
Injection volume	1 µL
Injection mode	Split, 10 : 1
Column	HP-5 30 m × 0.25 mm I.D. 0.25 µm
Column oven temperature	250°C (10 min) → 10°C/min → 320°C (5 min)
Column flow	1.0 mL/min
Injection temperature	300°C
Detector temperature	320°C

개발된 RUSF는 개선 과정을 통하여 장차 지속가능하며, 현지화된 영양보충식품으로 동아프리카 영유아 영양개선 사업에 사용하기 위하여 현지화에 필요한 시장조사를 실시하였다. 시장조사는 본 연구에 사용된 식물체가 자생하고 있는 콩고민주공화국과 에티오피아 2개국 중 상대적으로 물가가 높은 콩고민주공화국 동부 사우스키부주의 수도인 부카부시의 시장에서 현지인에 의해 실시되었다. 재료의 구입은 비교적 저렴한 가격의 도매시장에서 구입할 수 있는 최소단위의 가격을 조사하여 개발된 RUSF의 100 g에 함유되는 양의 가격으로 환산하였다.

4. 통계분석

본 연구에서 얻어진 모든 결과는 SPSS 프로그램(Version 17.0)을 이용하여 분석하였다. 모든 실험치는 3반복 실험 결과의 평균치이며, RUSF와 CASF 제품의 두 군간 차이를 분석하기 위해 Student's *t*-test를 실시하였다.

결 과

1. 현지화를 위한 시장조사 및 일반성분 분석

본 연구에서 제조한 RUSF는 현지화를 위하여 상업적으로 사용되는 영양바의 레시피를 수정하여 사용하였다. 즉, 현지에서 재배되지 않는 밀을 옥수수과 보리로 대체하고 기본 레시피에 포함된 가공원료나 유제품대신 현지에서 재배되고 있는 식물자원 중 선행연구(Kim YJ 등 2011)에서 영양학적 가치가 높으며 현지인의 미각을 만족시킬 것으로 제안된 3가지 식물체인 *Ficus sur*, *Amaranthus caudatus*, *Prosopis juliflora*를 첨가하여 개발하였다. 결과적으로 참고로 하였던 기본 레시피의 재료들은 모두 현지에서 재배되는 식물체로 대체하였고, 전체적인 영양소 함량이 기본 레시피의 영양바와 비슷하게 맞추기 위해서 참깨, 계란, 바나나 등을 첨가하였다. 개발된 레시피는 Table 4와 같다. 또한 제조한 RUSF는 현지 시장조사 결과, 콩고민주공화국 현지에서 100 g의 RUSF를 제조하기 위한 단가가 0.133달러로 조사되었다(Table 4). 열량은 421 kcal/100 g으로 비교제품인 CASF와 같은 열량을 보였다. Table 5에서는 RUSF와 CASF의 일반성분의 함량을 비교하였고, 두 제품 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 아미노산과 미량영양소 분석

아미노산 분석결과는 Table 6과 같다. 분석한 17종의 아미노산 중 아스파르트산, 글리신, 알라닌, 아르기닌의 함량은 RUSF에서 유의하게 높았으며, 글루탐산, 라이신의 함량은 CASF에서 더 높았다.

미량영양소 함량 분석 결과, 나이아신은 RUSF에서 약 3배 가량 높았고(13.60 mg/100 g vs. 4.50 mg/100 g), 비타민 B₁

Table 4. Recipe for RUSF and local¹⁾ market prices of the ingredients

	Recipe (g)	Percentage (%) of each ingredient	Price of ingredients (USD/kg)	Price of 100g RUSF (USD)
Barly	40	13.79	1	0.014
Corn	40	13.79	2	0.028
<i>Prosopis juliflora</i>	20	6.90	-	-
<i>Amaranthus caudatus</i> seed	10	3.45	1	0.003
<i>Ficus sur</i>	5	1.72	3/box	0.003
Egg	55/1 ea	18.97	2/box	0.057
Banana	10	3.45	1	0.003
Peanut	5	1.72	3	0.005
Sesame	5	1.72	2	0.003
Water (mL)	100	34.50	1/bottle	0.017
Total	290	100.00		0.133

USD : US dollar.

¹⁾ Local market in Bukavu city, South Kivu, DR Congo.

Table 5. Proximate compositions (%) of the samples

Nutrient	RUSF ¹⁾	CASF ²⁾
Carbohydrate	73.04	70.00
Protein	14.00±1.17	14.00±1.14
Fat	8.11±0.97	10.00±0.99
Ash	2.35±0.25	3.50±0.27
Moisture	2.50±0.27	2.50±0.27
Energy (kcal/100 g)	421	421

Values are mean±S.D.

¹⁾ RUSF: Ready to use supplemental food.

²⁾ CASF: Commercially available supplemental food.

(6.26 mg/100 g vs. 0.80 mg/100 g)과 비타민 E는 5배 가량 (22.40 mg/100 g vs. 4.00 mg/100 g), 비타민 B₆는 약 200배 가량 더 높았다(63.99 mg/100 g vs. 0.30 mg/100 g). 그러나 비타민 C의 경우, CASF에서 42.08 mg/100 g의 함량을 보여 3.43 mg/100 g 함유하고 있는 것으로 나타난 RUSF에 비해 매우 높은 함량을 나타냈다(Table 7).

고 찰

Table 6. Total amino acid compositions of the samples
(Unit: g/100 g, DWB)

	Amino acids	RUSF ¹⁾	CASF ²⁾
EAA ³⁾	Histidine	0.20±0.01	0.22±0.03
	Isoleusine	0.32±0.01	0.37±0.07
	Leucine	0.80±0.07	0.84±0.07
	Lysine	0.27±0.03	0.54±0.04*
	Methionine	0.17±0.01	0.17±0.01
	Phenylalanine	0.51±0.04	0.46±0.05
	Threonine	0.39±0.02	0.39±0.03
	Valine	0.43±0.03	0.47±0.04
NEAA ⁴⁾	Alanine	0.51±0.04*	0.32±0.02
	Arginine	0.57±0.04*	0.32±0.04
	Aspartic acid	0.91±0.07*	0.66±0.05
	Cystine	0.18±0.02	0.12±0.01
	Glutamic acid	1.78±0.09	2.37±0.27*
	Glycin	0.40±0.02*	0.23±0.02
	Proline	1.40±0.10	1.86±0.17
	Serine	0.57±0.07	0.53±0.05
Tyrosine	0.33±0.01	0.37±0.03	
	Total	9.74	10.24

Values are mean±S.D., * $p < 0.05$.

¹⁾ RUSF: Ready to use supplemental food.

²⁾ CASF: Commercially available supplemental food.

³⁾ EAA: Essential amino acids.

⁴⁾ NEAA: Non-essential amino acids.

Table 7. Micro nutrient compositions of the samples
(Unit: g/100 g, DWB)

Micro nutrients	RUSF ¹⁾	CASF ²⁾
Vitamin E	22.40±3.07*	4.00±0.18
Vitamin C	3.43±0.15	42.08±3.06*
Vitamin B ₁	6.26±0.67*	0.80±0.07
Niacin	13.60±0.07*	4.50±0.15
Vitamin B ₆	6.99±0.12*	0.30±0.07

Values are mean±S.D., * $p < 0.05$.

¹⁾ RUSF: Ready to use supplemental food.

²⁾ CASF: Commercially available supplemental food.

본 연구에서는 현지화가 가능한 식량 지원방안으로 동아

프리카의 자생식물을 식량자원으로 이용하여 식량부족 및 영양불량 개선을 위한 현지 자급형 영양보충식품(RUSF)을 개발하고, 이의 품질검증을 위해 기존의 상업화된 제품과 영양성분을 비교하였다. RUSF의 개발 시 현지 자생식물의 특성을 활용하여 현지인의 입맛을 고려하여 영양가가 높은 후보 식물체 10여종 중 *Amaranth*, *Fig*, *Prosopis* 3종을 선택하였다(Kim YJ 등 2011). 선택된 자원식물들은 선행연구(Kim YJ 등 2011)에서 영양성분이 검증되었으며, 동아프리카 자생식물 중 다량영양소와 미량영양소를 공급해주는 좋은 근원식품으로 판명되었다(Ali Aberoumand S & Deokule S 2009). 자생식물의 섭취는 영양 섭취를 개선하고 생물의 다양성을 유지하며, 인간과 생태계의 건강에 기여하는 등 가장 효율적인 식량안보에 대한 해결책이 될 것이다(Delang CO 2006). 또한 자생식물들은 재배가 쉬워 현지에서 저렴하게 생산할 수 있어(NAP 2006), 지속가능한 RUSF에 적절하게 활용할 수 있다. 실제로 본 연구에서 개발된 RUSF는 비타민 B군의 함량이 CASF보다 월등하게 높았는데, 이는 영양소 함량이 높은 자생식물이 포함되었기 때문으로 사료된다. 시장조사 결과, 개발된 RUSF의 100 g당 단가는 \$0.133로 산출되었다. 현재 동아프리카에서 WFP에 의해 조달되는 구호식량의 가격이 1인당 한 끼에 0.25달러이다. RUSF 100 g을 한 끼 식사 대응으로 대체할 수는 없으나, 영양보충을 위해 제공될 경우 단가는 적정수준으로 사료된다.

영양성분 분석결과, 다량영양소 함량은 개발된 RUSF와 비교 제품인 시판이유식(CASF) 간에 큰 차이를 보이지는 않았다. 지방함량이 개발된 제품에서 다소 낮았으나, 탄수화물 함량이 높아 열량의 차이는 없었다. 아프리카에서 섭취하는 전통적인 영양보충식품은 낮은 단백질 함량과 낮은 열량을 갖는다고 보고되어 있다(Abbey BW & Nkanga UB 1988; Mosha TCE 등 2000; Mbithi-Mwikya S 등 2002; Hurrel RF 2003). 그러나 본 연구에서 제조한 RUSF와 비교제품 CASF는 모두 420 kcal/100 g으로 다른 연구들에 비해 보다 높은 열량을 보였다. 아미노산 분석결과, 대부분의 아미노산의 함량은 큰 차이를 보이지 않거나, 일부 아미노산(아스파르트산, 글리신, 알라닌, 아르기닌)은 RUSF에서 높게 나타났으나, 글루탐산과 라이신의 함량은 CASF에서 더 높았다. 필수아미노산인 라이신은 특히 성장기에 중요한 필수아미노산이므로(Choi 등 2012), 본 RUSF에는 함량 증진을 위한 후속조치가 필요하다. 아프리카의 경우, 다양한 민족과 전통이 공존하고 있어 문화적, 종교적 이유로 동물성 식품의 섭취를 금하는 시기가 있기도 하므로 라이신의 함량이 높은 동물성 식품을 사용할 경우, 대상자나 대상지역이 제한될 수 있다. 따라서, 본 RUSF의 본격적인 사용을 위해서는 대상 연령과 목적을 명확히 구분한 후, 영양소 함량 증진의 대책이 마련되어야

하겠다. 성장기에 필수적인 라이신의 함량 증진을 위해서는 본 제품에 포함된 콩류(*Prosopis juliflora*)보다 라이신 함량이 높은 다른 콩류의 첨가가 필요할 듯하며, 적절한 콩류의 선정 시 단가상승 요인을 고려해야 하겠다. 또한 비타민 분석결과, CASF에 비해 함량이 낮았던 비타민 C의 함량을 향상시키는 방안도 마련되어야 하겠다. 본 제품의 개발을 위해 현지 자원식물 중에서 선정된 아마란스는 높은 영양적 가치를 가졌기 때문에 RUSF의 영양가치를 위해 선정되었다. 그러나 아프리카에서는 아마란스씨를 곡류 형태로 섭취하지 않고 종자로만 사용하고 있으며, 잎을 식품으로 이용하고 있다. 이에 자원활용의 차원에서 아마란스씨가 선택되었는데, 아마란스 잎의 비타민 C 함량이 알곡보다 높으므로 아마란스 잎을 활용할 경우, 비용 절감과 함께 RUSF의 비타민 C 함량 증진에 도움이 될 것으로 사료된다. 또한 자생식물 고유의 재배기간이 다름을 감안하여 다양한 종류의 식량 자원 식물을 체계적으로 발굴하여 활용하는 방안을 마련하고, 경제적으로 원가의 효율성을 높이도록 하기 위한 지속과제가 필요하다.

본 연구에서 개발된 기술은 외국 원조에 의존하고 있는 아프리카에서 자립적으로 현지화된 맞춤형 영양보충식품을 개발하고 생산함으로써 외국의존도를 줄이고, 보다 안정적인 영양보충식품을 제공하여 영양증진 프로젝트에 활용이 가능할 것이다. 향후, 현지에서 지역사회주민을 대상으로 한 제품으로 상업화하여 파급할 수 있고, 타개발도상국에 전파함으로써 지리적인 확산이 가능하며, 본 기술을 기초로 다양한 다른 제품으로의 개발이 가능하므로 파급효과가 매우 크다고 사료된다. 본 연구를 통한 신개념 식량원조의 패러다임은 아프리카에서 자립적으로 조달이 가능하다는 차별성에서 그 의미가 있다.

요약 및 결론

동아프리카의 식량안보를 위해 지속가능한 영양보충식품을 개발하여 그 영양성분을 기존의 제품과 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 동아프리카 자생자원식물인 *Ficus sur*, *Amaranthus caudatus*, *Prosopis juliflora*를 포함하는 RUSF가 개발되어 시판되는 이유식(CASF)과 영양성분을 비교한 결과, 다량영양소 함량은 유의한 차이가 없었으며, 100 g당의 열량은 421 kcal로 동일하였다.
2. 아미노산 분석결과, 아스파르산, 글리신, 알라닌, 아르기닌의 함량은 RUSF에서 유의하게 높았으며, 글루탐산, 라이신의 함량은 CASF에서 더 높았다. 라이신은 성장기에 중요한 필수아미노산으로 RUSF의 질적 향상을 위하여 라이신 함량을 증진시키는 방안모색이 필요하다.
3. 분석한 5가지 비타민 중 비타민 B₁, B₆, 나이아신과 비타민 E의 함량은 RUSF에서 유의하게 높았으나, 비타민 C의 함량은 CASF에 비해 RUSF에 유의하게 적은 양이 분석되었다. 따라서 향후 필수아미노산과 비타민 C의 보강을 위해 동아프리카 자생 콩류와 아마란스 잎을 활용하여 RUSF의 영양소 함량을 높이는 방안모색이 필요하다.
4. 본 제품을 현지에서 생산할 경우, 재료의 원가가 100 g당 0.133 USD로 조사되었으며, 향후 본 제품을 활용한 영양증진 사업을 실시할 경우, 대량생산을 통한 구체적인 현지화를 통해 단가를 낮출 수 있으리라 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2012학년도 순천향대학교 교수연구년제에 의하여 연구하였음.

REFERENCES

- Abbey BW, Nkanga UB (1988) Production of high quality weaning products from Maize-Cowpea-Crayfish mixtures. *Nutr Rep Int* 37(5): 951-957.
- Ali Aberoumand S, Deokule S (2009) Determination of elements profile of some wild edible plants. *Food Analytical Methods* 2(2): 116-119.
- Anigo KM, Ameh DA, Ibrahim S, Danbauchi S (2009) Infant feeding practices and nutritional status of children in North Western Nigeria. *Asian J Clin Nutr* 1: 12-22.
- Brown ME (2009) Markets, climate change, and food security in West Africa. *Environ Sci Technol* 43: 8016-8020.
- Chen S, Ravallion M (2007) Absolute Poverty Measures for the Developing World 1981-2004. Policy Research Working Paper; No. 4211. World Bank, Washington, DC. p 24.
- Choi HM, Kim JH, Kim CI, Jang KJ, Min HS, Yim KS, Byun KW, Lee HM, Kim KW, Kim HS, Kim HA (2012) *Essentials of Nutrition*. 3rd ed. Kyomunsa, Korea. pp 109-135.
- Daelmans B, Saadeh R (2003) Global initiatives to improve complementary feeding. *SCN News* 27: 10-18.
- Delang CO (2006) The role of wild food plants in poverty alleviation and biodiversity conservation in tropical countries. *Progress in Development Studies* 6(4): 275-286.
- FAO (2010) The State of Food Insecurity in the World Addressing Food Insecurity in protracted crises. Report, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italy.

- p 62.
- FAO (2011) The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture Organization. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hurrell RF (2003) Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. *J Nutr* 133(9): 2973S-2977S.
- Kim YJ, Kim DH, Kim JA, Park E, Shin I, Yihunie AT, Kim HS, Koh K (2011) Screening Ethiopian ethnic plants for possible nutritional values to develop RUSF (Ready to Use Supplemental Food). Proceedings of 2011 International Symposium and Annual Meeting, The Korean Society of Food Science and Nutrition, Busan. pp 260-261.
- Leo MLN (1992) Food Analysis by HPLC. Marcel Dekker Inc., USA.
- Maxwell S (1996) Food security: A post-modern perspective. *Food Policy* 21(2): 155-170.
- Mbithi-Mwikya S, Van Camp J, Mamiro PR, Ooghe W, Kols-teren P, Huyghebaert A (2002) Evaluation of the nutritional characteristics of a finger millet based complementary food. *J Agric Food Chem* 50(10): 3030-3036.
- Molina AB, Eusebio JE, Rao VN, Van Den Bergh I, Maghuyop MAG, Borromeo KH (2003) Advancing Banana and Plantain R&D in Asia and the Pacific. Proceedings of the 2st BAP Net Steering Committee Meeting, Bangkok. pp 37-50.
- Mosha TCE, Laswai HS, Tetens I (2000) Nutritional composition and micronutrient status of home made and commercial weaning foods consumed in Tanzania. *Plant Foods Hum Nutr* 55(3): 185-205.
- The National Academies Press (NAP) (2006) Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables. http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=11763 (accessed on 15.02.2014)
- Von Grebmer KV, Fritschel H, Nestorova B, Olofinbiyi T, Pandya-Lorch R, Yohannes YM (2008) Global Hunger Index The Challenge of Hunger 2008. International Food Policy Research Institute, Washington DC.
- Wheeler T, von Braun J (2013) Climate change impacts on global food security. *Science* 341: 508-513.
- World Bank (2008) Agriculture for Development. Agriculture World Bank, Washington DC.

Date Received	Oct. 12, 2016
Date Revised	Oct. 18, 2016
Date Accepted	Oct. 19, 2016