J. Fd Hyg. Safety
Vol. 22, No. 4, pp. 395~400 (2007)

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

가열조리방법을 통한 행인 내 시안화합물의 저감화

도병경[1] · 권훈정[1,2]* · 이동하[3] · 나안희[3] · 최윤주[3] · 이숙연[3]
[1]서울대학교 식품영양학과, [2]서울대학교 생활과학연구소, [3]식품의약품안전청

Removal of Cyanogenic Compounds in Apricot Kernel during Heating Process

Byungkyung Do[1], Hoonjeong Kwon[1,2]*, Dong-ha Lee[3], Ahn-hee Nah[3], Youn-ju Choi[3], and Sook-yeon Lee[3]
[1]Department of Food and Nutrition and [2]Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, [3]Korea Food and Drug Administration
(Received December 3, 2007/Accepted December 24, 2007)

ABSTRACT – Apricot Kernel, consumed as herbal medicine, contains amygdalin which generate HCN upon hydrolysis. Dyspnea was reported by ingesting large amount of apricot kernel, and neurological disorders such as tropic ataxic neuropathy or konzo were known as chronic toxicity of amygdalin. Other cyanogen containing plants, including flaxseed and almond, are consumed as food around the world. Moreover, some of them are promoted as functional food, leading to higher consumption, and posing health risk by cyanogenic components. The objective of this study was to find a method for the reduction of the cyanogenic compound, using apricot kernel as a model food. The most effective reduction was obtained by boiling the slices of the kernel for one hour in pH 1 HCl solution, showing 90% removal. However, the common process known to reduce the cyanogen contents, i.e., long incubation at the low temperature, did not show significant change in cyan concentration. Our data contribute to the safety of the plants containing cyanogenic compounds if they were to be developed as foodstuff.

Key words: Cyanogenic compound, Removal, Amygdalin, apricot kernel

행인(Apricot Kernel, Prunus armaniaca)의 주요 성분은 약 50%의 지방과 41.5%의 단백질, 3% 이상의 아미그달린으로써 특히 cyanide pellets 이라 여겨질 정도로 많은 양의 아미그달린을 함유하고 있다[1,2]. 아미그달린은 당이 두개 달린 시안화합물로써 식물 내 효소에 의해 분해되어 시안화수소산(HCN)을 생성한다(Fig. 1)[3,4]. 1970년대 아미그달린은 암을 예방하는 효과가 있다고 생각되었으나, 비임상실험과 임상실험 결과 유의적인 효과가 나타나지 않았을 뿐 아니라 시안화수소산에 의한 부작용으로 인해 안전성에 대한 의문이 대두되었다[5-7]. 시안화수소산은 고농도로 세포질에 존재하면 세포 산화에 관여하는 시토크롬 산화효소와 결합하여 ATP 생성 및 산소 이용을 저해함으로써 급성독성을 나타낸다[8,9]. 실제 1979년 미국에서 41세 여성이 건강식품판매점에서 구입한 행인 30알(약 15 g)을 섭취한 후 호흡곤란으로 인한 혼수상태에 빠진 사건도 발생하였다[10].

시안화수소산이 소량 체내에 유입될 경우 체내에서는 이의 독성작용을 약화시키기 위해 로더니즈효소를 이용하여 시안화수소산을 티오시안산염으로 전환하여 밖으로 배출한다. 그러나 만성적으로 시안화합물에 노출될 경우 시안화수소산을 티오시안산염으로 전환하는 과정에서 요오드와 메티오닌이나 시스테인과 같은 황 함유 아미노산의 필요량이 증가함에 따라 이들이 충분이 제공되지 못할 경우에는 갑산성종이나 크레틴병 등으로 악화될 수 있으며, konzo, 열대성 운동신경장애(TAN), 경련성 마비 등의 중추신경학적 증상이 나타날 수 있다[1,11,12]. 또한 시안화합물이 다량 함유된 식물과 글루코시놀레이트가 다량 함유된 십자화과 식물을 함께 섭취할 경우, 시안화수소산의 독성작용을 줄이는 과정 중 생성되는 티오시안산염의 양이 급격히 증가하게 되어 티오시안산염에 의한 독성이 야기될 수 있으므로 주의해야 한다.

시안화합물의 만성독성은 시안화합물이 함유된 카사바 혹은 수수를 섭취하면서 요오드와 황 함유 아미노산의 섭

*Correspondence to: Hoonjeong Kwon, [1]Department of Food and Nutrition and [2]Research Institute of Human Ecology, Seoul National University, San 56-1, Shillim-Dong, Kwanak-Ku, Seoul 151-742, Korea
E-mail: hjkwon@snu.ac.kr

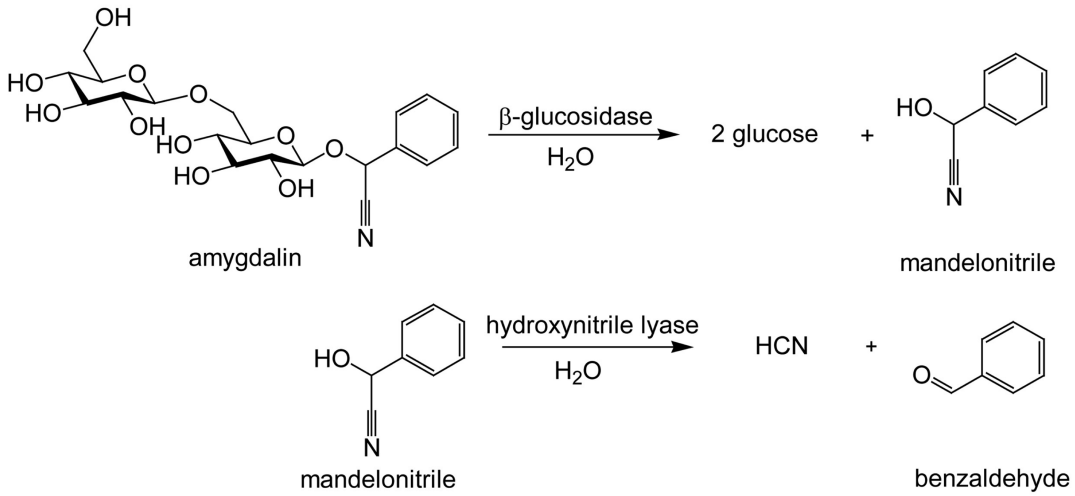

Fig. 1. Enzymatic conversion of amygdalin to cyanide (Rietjens *et al.*, 2005[4]).

취량이 부족한 중남미나 아프리카 등지에서 주로 발생하였다. 구황작물로써 시안 배당체를 함유한 식물체를 섭취하는 이들 나라에서는 여러 가지 조리 방법을 이용하여 시안화합물의 잔류량을 줄임으로써 이들 식물체의 섭취로 인한 독성을 줄이고자 하였다[13-15].

본 연구에서는 다른 식물체와 비교하였을 때, 가장 많은 양의 시안화합물을 함유하고 있고[16], 또한 식품으로써의 사용가능성이 제기되고 있는 행인을 이용하여 시안화합물의 저감화에 가장 효과적인 가공 조리 방법을 모색하고자 하였다. 본 연구결과를 통해 실제 시안화합물을 함유하고 있으면서도 식품 재료로 판매되고 있는 아몬드, 아마인 등에 대해서도 시안화합물에 의한 독성을 저감화시킴으로써 식물 원료의 식품으로써의 안전성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

재료 및 방법

실험재료

경동시장에서 2004년 4월 30일 구입한 행인을 햇빛이 들지 않는 실온에서 보관하며 실험하였다. 실험에 사용된 Phosphoric acid는 Sigma Chemical Co, USA에서, Sulfuric acid는 Matsunoen Chemical LTD, Japan에서 구입하였고, Acetic acid는 Shinyo Pure Chemicals사 제품을 사용하였다. 검량선 작성을 위한 Potassium cyanide와 barbituric acid, isonicotinic acid, chloramine-T는 Sigma-Aldrich에서 구입하였다. 건식가열을 위한 전자레인지는 LG전자의 MR-M207V 모델(Korea)의 것을, 오븐은 DAE YOUNG Machinery사(Korea)의 ELBA L61-640을 사용하였으며, 시료 분쇄를 위해 사용한 분쇄기의 경우 Philips에서 구입하였고, centrifuge는 Hanil의 Mega 21R 모델을, ELISA reader기는 BIO-RAD의 Model 680을 사용하였다.

가열조리조건

시안 함유량의 저감화 정도를 알아보기 위해 행인을 가열 조리하였고, 분쇄법의 대한 효과와 기타 물리화학적 요인에 반응하는 데 따른 표면적의 영향을 파악하기 위해 통, 절편, 가루의 형태로 변형시켜 사용하였다(Table 1). 건식가열 중 전자레인지에서의 조리는 건조 중량 1 g의 행인을 시료로 이용하여 전자레인지의 데우기 조건에서의 극초단파 가열을 통해 이루어 졌으며 통, 절편, 가루 세 가지 형태의 행인을 전자레인지 안에 한 겹으로 고르게 펼친 후, 각각 1분, 3분, 5분씩 가열 조리하였다. 오븐을 이용한 조리에서는 40ºC, 70ºC, 100ºC, 150ºC, 200ºC에서 가열하였는데 40ºC, 70ºC, 100ºC 오븐에서는 특정 온도에서 오랜 기간 노출될 경우 저감화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 통 형태의 시료를 1일, 3일, 7일간 가열하였고, 150ºC에서는 20분, 40분, 60분간, 200ºC 오븐에서는 5분, 10분, 15분간 통, 절편, 가루 세 가지 형태의 시료를 가열 조리하였다. 습식가열의 경우, 건조 중량을 기준으로 하여 약 1 g의 통, 절편 형태의 행인을 각각 100ºC에서 끓고 있는 1L의 증류수, pH 1의 HCl과 pH 10의 NaOH 에 넣고 가열하였다. 증류수에 넣은 시점을 0분으로 하여 각각 20분, 40분, 60분 동안 가열하였고 직접습식방법에서는 조리 기구의 뚜껑을 열거나 닫는 두 가지 방법을 비교하였으며 증기를 이용하여 가열하는 간접 습식 방법(찜)도 실험하였다. pH 1의 HCl과 pH 10의 NaOH는 식품공전에 가공시 사용가능한 용매로 지정되었기에 산, 염기 조성을 위한 조리수로 선택하였으며 모든 조리과정에서의 시간은 조리 후 식용 가능한 상태까지로 설정하였고 조리가 끝난 후, 산 가수분해 법과 Knig 반응을 이용하여 total cyanide의 함량을 측정하였다.

Table 1. Processing condition for the reduction of cyanogenic compounds from Apricot Kernel

Dry Heating	Microwave			Whole/slice/flour	1 min, 3 min, 5 min
	Oven	40°C		Whole	1 days, 3 days, 7 days
		70°C		Whole	
		100°C		Whole	
		150°C		Whole/slice/flour	20 min, 40 min, 60 min
		200°C		Whole/slice/flour	5 min, 10 min, 15 min
Wet Heating	Steaming	D.W.		Whole/slice	20 min, 40 min, 60 min
		HCl (pH1)		Whole/slice	
		NaOH (pH10)		Whole/slice	
		NaCl		Whole/slice	
	Boiling	D.W.	closed	Whole/slice	
			open	Whole/slice	
		HCl (pH1)	closed	Whole/slice	
			open	Whole/slice	
		NaOH (pH10)	closed	Whole/slice	
			open	Whole/slice	

시안화합물의 총량 분석

조리 후 식물체 내 시안화합물의 잔류함량은 Bradbury (1994)의 방법을 변형시켜 산 가수분해 후 Knig 반응을 이용하여 분석하였다[17]. 건조 중량을 기준으로 하여 약 1 g의 시료에 0.1M H_3PO_4 40ml를 가한 후, 분쇄기를 이용하여 약 10초씩 2회 반복하여 분쇄하고 4°C로 설정된 원심분리기에서 8000 rpm으로 20분간 원심분리 하였다. 원심분리가 끝난 상층액 1 ml을 취하여 4M의 H_2SO_4 1 ml과 100°C에서 50분간 반응시켰다. 반응이 끝난 용액을 충분히 식힌 후, 3M의 NaOH 3 ml을 첨가하여 5분간 중화시킨 용액 중 100 μL를 취하여 pH 5.0의 0.2M acetate buffer 700 μL, 0.5%의 chloramine-T 40 μL를 각각 넣어 5분간 반응 시켰다. 마지막으로 barbituric/isonicotinic acid 160 μL를 첨가한 후 60분간 반응시켜 나타난 발색정도를 ELISA reader 기기를 이용하여 600nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로는 barbituric/isonicotinic acid 대신 NaOH 160$\mu\ell$를 첨가한 용액을 사용하였으며, Total cyanide 함량은 potassium cyanide를 이용하여 작성한 검량선을 통해 계산되었다.

산 가수분해 후 비색법을 통해 분석한 결과 표준 물질 검량선을 획득할 수 있었으며, 비색법의 LOD(Limit Of Detection)은 40 ug/L로 나타났고 재현성은 83%였다.

결과 및 고찰

건식가열 후 행인 내 시안화합물의 농도변화는 Fig. 2에 나타내었다. 전자레인지를 이용한 경우, 5분 동안 처리한 행인의 총 시안은 전반적으로 감소하는 경향을 보였고 통

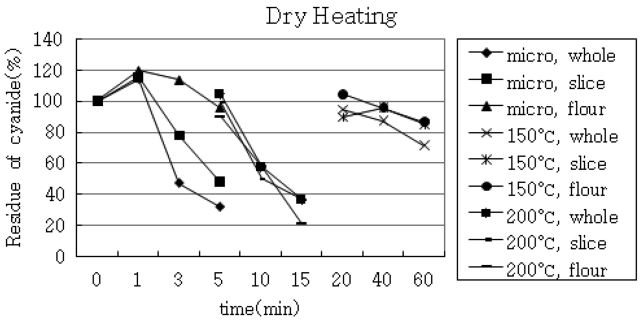

Fig. 2. Change of cyanide concentration in apricot kernel by dry heating.

은 가루와 절편에 비해 감소율이 높았다. 전자레인지에서의 조리는 전자레인지의 특성상 행인 내 수분의 운동력 증가로 인한 급격한 온도상승이 일어나게 되고 이러한 온도상승은 수분의 빠른 증발을 유발하게 된다. 특히 절편이나 가루의 경우 표면적이 넓어 수분의 증발속도가 더욱 가속화되게 되는데, 이러한 급격한 수분 증발 시 시료 내 시안화합물은 함께 증발하지 못하고 그대로 잔류하게 되어 시안화합물의 저감화가 제대로 일어날 수 없는 것으로 생각된다. 또한 통으로 5분간 조리한 경우 어느 정도 효과를 나타내기는 하였지만, 매우 짧은 시간 조리했음에도 불구하고 탄 정도가 매우 심하여 섭취가 불가능할 수준이었으며, 1분 동안 조리한 경우, 섭취하기에는 가장 적당한 상태였지만 시안 화합물은 거의 감소하지 않는 것을 알 수 있다. 이를 통해 전자레인지를 이용한 행인의 건식 가열 조리는 실제 생활에서 이용되기에는 한계점을 갖는 것으로 사료된다.

오븐을 이용하여 150°C에서 조리한 경우 통으로 20분 가열시 94%정도의 잔류량을 가졌으나, 60분 가열시 71%로 가열시간이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 형태별로 살펴보면 60분간 가열시 통에서는 71%정도의 시안화합물이 잔류하였으며, 절편과 가루에서는 각각 85%, 86%의 시안화합물이 잔류함으로써 전자레인지에서와 동일하게 통에서 가장 많은 시안화합물이 제거된 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다($p>0.05$). 오븐온도 200°C에서 가열된 행인의 경우에는 최대 79%까지 시안화합물이 감소하는 것으로 나타나 150°C에서보다 200°C에서 가열 조리한 경우가 전체적으로 시안화합물을 줄이는데 더 효과적인 것으로 관찰되었으나 가장 효과적인 결과를 나타낸 15분 조리의 결과 전자레인지에서 5분 조리한 경우와 같이 심하게 타고, 매우 딱딱하여 섭취하기 불가능하게 변화되었다.

장시간 오븐에 노출시킨 경우에는 저감화의 추이를 살펴보기 위해 실시된 만큼 통의 행인만을 사용하였는데 Fig. 3에 나타나듯이 40°C, 70°C, 100°C의 오븐에서 일주일동안 조리했음에도 불구하고 행인 내 잔류시안양이 각각 97%, 84%, 89%로써 가열하지 않은 행인내의 시안화합물의 양과 비교하여 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 일반적으로 시안화합물의 감소를 위해 제조공정상 이용되는 방법이 크게 효과가 없는 것으로 생각된다[18]. 이러한 결과는 자연건조 시 시안화합물이 70%정도 제거된 Cardoso의 실험 결과와는 큰 차이를 나타내는데, 이는 시료 내 수분함량의 차이에서 기인하는 것으로 생각된다[12]. 본 연구의 경우 한약재로 유통되는 건조된 행인을 사용함으로써 수분량이 7~36% 정도인데 반해 Cardoso에 의해 수행된 연구에서의 카사바는 63%의 수분량을 갖기 때문에 시안화합물이 자연건조 시 수분과 함께 증발됨으로써 시안화합물의 저감화가 어느 정도 일어난 것으로 생각된다[12,19].

습식가열 중 증류수를 조리수로 이용한 경우, 60분간 찜을 하였을 때에는 통과 절편 형태의 행인 내 시안 잔류량이 각각 64%와 43%로 나타났으나 뚜껑을 닫고 삶는 경우에는 각각 45%, 22%, 뚜껑을 열고 삶는 경우는 68%, 24%로 나타났다(Fig. 4). 이러한 차이는 직접습식가열의 경우 찜에서와는 달리 행인 내 수용성의 시안화합물이 용매로 충분히 용출되어 나오기 때문에 나타난 것으로 생각되며, 통에 비해 절편에서 잔류량이 적게 나타난 것은 용매와 접촉하는 표면적의 차이에 기인한 것으로써 절편에서 더 많은 시안화합물이 용매로 용출되었기 때문으로 생각된다[20),21)].

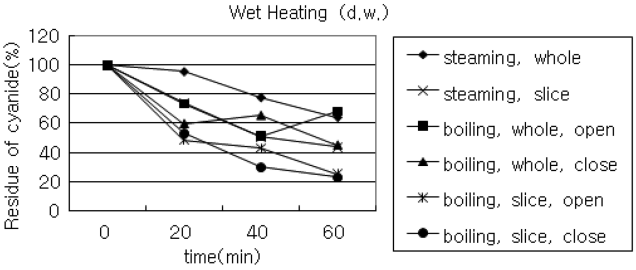

Fig. 4. Change of cyanide concentration in apricot kernel in d.w. solution.

산(pH 1)이나 알칼리(pH 10)를 조리수로 이용하여 찜을 한 경우에는 행인의 형태와 조리 시간에 관계없이 시안함량의 감소가 효과적으로 이루어지지 않았으나 삶는 경우에는 총 시안 함량이 시간이 증가할수록 감소하는 추세를 보였다(Fig. 5, 6). 특히 증류수와 pH 10의 조리수에서 절편의 행인을 삶은 경우 시안화합물이 최대 각각 77%, 72%씩 감소되는 것에 비해 pH 1의 조리수에서는 최대 90%까지 시안화합물이 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다. 용매의 pH가 너무 낮거나 높은 경우 모두 효소가 최대의 활성을 나타내기에는 부적절하기 때문에 pH 1의 HCl 용매와 pH 10의 NaOH 용매에서 행인 내 효소에 의한 가수분해로 인해 이러한 결과가 나타났다고 생각하기 어렵다[20]. 그럼에도 불구하고 pH 1에서 시안화합물의 감소가 더 효과적으로 나타난 것은 산의 환경이 염기의 환경 혹은 중성의 환경에 비해 조직분해를 더 증가시키기 때문에 행인 내 시안화합물이 용매 내로 용출되기 더 용이하였을 것이고, pH 1의 용매내에서 일어난 시료 내 아미그달린에 대

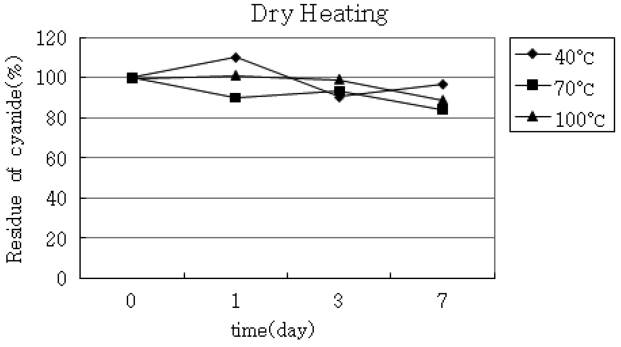

Fig. 3. Change of cyanide concentration in apricot kernel by dry heating during long period.

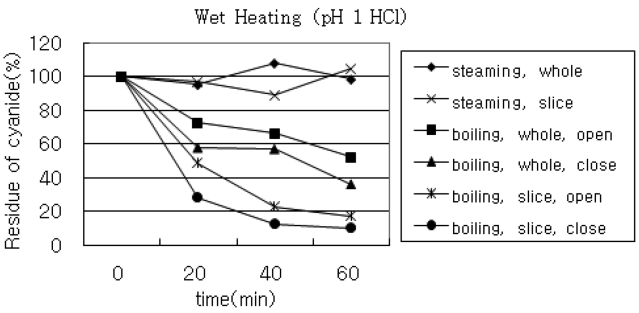

Fig. 5. Change of cyanide concentration in apricot kernel in pH 1 HCl solution.

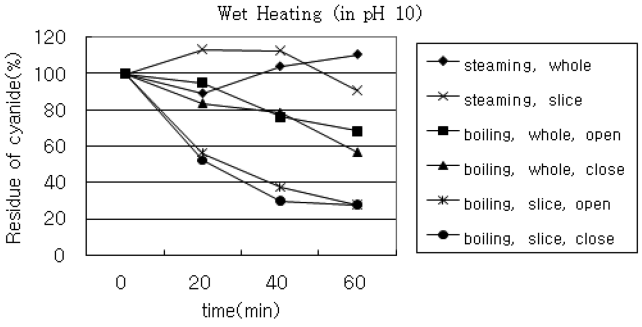

Fig. 6. Change of cyanide concentration in apricot kernel in pH 10 NaOH solution.

한 산분해로 인해 시안화합물의 추가적인 제거가 있었을 것이라 추측할 수 있다[22]. 또한 같은 조건하에서 통과 절편의 형태에 따른 차이를 비교하였을 때, 절편이 통에 비해서 시안화합물의 감소량이 유의적($p<0.01$)으로 증가하는 것으로 나타났으며 이는 표면적의 차이로부터 생긴 결과로 유추할 수 있다.

습식가열법의 경우 용매로 행인 내의 시안화합물들이 용출되어 나옴으로써 건식가열법과 비교하였을 때, 저감화 효과가 훨씬 뛰어난 것으로 관찰되었다. 그러나 습식가열법 중 큰 효과를 나타낸 직접습식가열법은 효과가 큰 만큼 오랜시간 가열로 인해 원료의 물성 또한 심하게 변화시킴으로써 식품에 적용시키기에는 한계가 있을 것으로 사료된다. 또한 건식가열법에서 어느 정도 효과를 나타낸 전자레인지와 200ºC 오븐에서 가열 조리한 경우 많이 타고 딱딱하여 섭취하기에는 어려움이 있을 것으로 생각되어 본 연구에서 실시한 여러 가지 조리방법을 단일방법으로 실제 적용하기에는 한계가 있다. 반면 63%정도의 수분을 지닌 시료를 자연 건조 하였을 때, 70% 정도의 시안화합물 저감화 효과가 나타난 연구[12]와 미생물을 접종하여 발효시킨 경우 시안화합물이 미생물에 의해 분해 된 후 제거됨으로써 50~70%까지 저감화 된 연구[12,23]가 수행된 점을 고려할 때, 실제 시안화합물을 함유하고 있는 행인이나 아마인 등을 식품으로 개발하기 위해서는 제조과정 중 미생물을 첨가하거나, 혹은 자가 효소에 의한 자가분해가 충분히 일어날 수 있는 최적의 수분 및 pH 조건을 가진 침지과정을 거침으로써 더 나은 저감화 효과를 가질 수 있을 것이라고 생각된다. 또한 pH 1의 용매에서 조직 파괴로 인해 수용성의 시안화합물의 용출이 더 용이했던 점과 아미그달린의 산분해 과정이 추가로 일어남으로써 저감화 효과가 더 컸던 것을 고려할 때, 습식가열 시 낮은 pH의 용매를 선택함으로써 더 많은 시안화합물의 저감화가 일어날 수 있을 것이라 생각되며 이러한 과정을 통해 식품으로써 안전성 측면뿐 아니라 맛이나 조직학적 측면까지도 충족시킬 수 있을 것이므로 이들에 대한 추가적인 연구가 더 필요하다고 하겠다.

요 약

한약재로 주로 이용되는 행인은 약리작용이 강하고 독성작용을 나타내는 아미그달린을 다량 함유하고 있다. 아미그달린의 다량 섭취 시 호흡곤란 등의 급성독성이 나타날 수 있으며, 지속적인 섭취시에는 Konzo나 열대성 운동신경장애와 같은 만성독성이 나타날 우려가 있다. 이에 여러 가지 조리 방법을 통해 식물체 내 시안화합물의 잔류량을 줄이고자 많은 연구가 진행되었다. 본 연구에서는 통, 절편, 가루 형태의 행인을 건식가열법 또는 습식가열법을 이용하여 조리하였고, 일반적으로 조리 및 가공 시간이 증가함에 따라 총 시안 함량이 감소하는 경향을 보였다. 특히 pH 1의 염산 용액에 한 시간 동안 습식가열한 행인의 경우 약 90%정도 시안화합물이 감소효과를 보였으나 시안화합물의 저감화에 일반적으로 사용되는 40ºC에서 장시간 보관하는 것은 별다른 효과가 없는 것으로 나타났다. 본 연구결과는 시안화합물을 함유한 식물체의 식품으로의 안전성 확보에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 말씀

본 연구는 BK연구 지원과 식품의약품안전청의 지원을 받아 식약청 과제번호06042영기안036 사업의 일환으로 수행된 연구의 결과 중 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 홍진환, 이동하, 한상배, 이동호, 이강봉, 박재석, 정형욱, 이숙연, 박성규, 박은령, 홍경현, 한정우, 김명철, 송인상: 식품 원료 중 독성물질 탐색 및 분석법 확립: 행인과 도인, 아마인 중 시안배당체의 분석 및 저감화. 식품의약품안전청연구보고서, 8-1, 442-452 (2004).
2. Silem, A., Gnter, H.O., Einfeldt, J., Boualia, A.: The occurrence of mass transport processes during the leaching of amygdalin from bitter apricot kernels: detoxification and flavour improvement. *Int. J. Food Sci. Technol*., **41**, 201-213 (2006).
3. Curtis, A.J., Grayless, C.C., Fall, R.: Simultaneous determination of cyanide and carbonyls in cyanogenic plants by gas chromatography-electron capture/photoionization detection. *Analyst*, **127**, 1446-1449 (2002).
4. Rietjens, I.M.C.M., Martena, M.J., Boersma, M.G., Spiegelenberg, W., Alink, G.M.: Molecular mechanism of toxicity of important foodborne phytotoxin. *Mol. Nutr. Res*., **49**, 131-158 (2005).
5. Park, H.J., Yoon, S.H., Han, L.S., Zhen, L.T., Jung, K.H., Uhm, Y.K., Lee, J.H., Jeong, J.S., Joo, W.S., Yim, S.V., Chung, J.H., Hong, S.P.: Amygdalin inhibits genes related to cell cycle in SNU-C4 human colon cancer cells. *World J. gastroenterol.*, **33**, 5156-5161 (2005).

6. Chang, H.K., Shin, M.S., Yang, H.Y., Lee, J.W., Kim, Y.S., Lee, M.H., Kim, J., Lim, K.H., Kim, C.J.: Amygdalin induces apoptosis through regulation of Bax and Bcl-2 expressions in human DU145 and LNCaP prostate cancer cell. *Biol. Pharm. Bull. Pharm. Soc. Japan*, **29**, 1597-1602 (2006).
7. Milazzo, S., Ernst, E., Lejeune, S.: Laetrile treatment for cancer. *Support. care cancer*, **15**, 583-595 (2007).
8. Francisco, I.A., Pinotti, M.H.P.: Cyanogenic glycosides in plants. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, **43**, 487-492 (2000).
9. Cumings, T.F.: The treatment of cyanide poisoning. *Occup. Med. (Chic Ill)*, **54**, 82-85 (2004).
10. Suchard, J.R., Wallace, K.L., Gerkin, R.D.: Acute cyanide toxicity caused by apicot kernel ingestion. *Ann. Emerg. Med*., **32**, 742-744 (1998).
11. Tuncel, G., Nout, M.J.R., Brimer, L.: The effects of grinding, soaking and cooking on the degradation of amygdalin of bitter apricot seeds. *Food chem*., **53**, 447-451 (1995).
12. Cardoso, A.P., Mirione, E., Ernesto, M., Massaza, F., Cliff, J., Haque, M.R., Bradbury, J.H.: Processing of cassava roots to remove cyanogens. *J. Food Compost. Anal*., **18**, 451-460 (2005).
13. Agbor, E.T., Mbome, L.I.: The effects of processing techniques in reducing cyanogen levels during production of some Cameroonian cassava foods. *J. Food Compost. Anal*., **19**, 354-363 (2006).
14. Bradburry, J.H.: Simple wetting method to reduce cyanogen content of cassava flour. *J. Food Compost. Anal*., **19**, 388-393 (2006).
15. Cumbana, A.: Reduction of cyanide content of cassava flour in Mozambique by the wetting method. *Food chem.*, **101**, 894-897 (2006).
16. 조혜전: 이온 크로마토그래피를 이용한 식용 및 약용 식물 내 시안화합물 분석. 서울대학교 대학원 (2007).
17. Bradbury, J.H., Bradbury, M.G., Egan, S.V.: Comparison of methods of analysis of cyanogens in cassava. *Acta Horticulturae.*, **375**, 87-96 (1994).
18. Padmaja, G.: Cyanide detoxification in cassava for food and feed used. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*., **35**, 299-339 (1995).
19. Gezer, I., Haciseferogulları, H., Demir, F.: Some physical properties of Hacı.haliloglu apricot pit and its kernel. *J. Food Eng*., **56**, 49-57 (2002).
20. Oke, O.L.: Eliminating cyanogens from cassava through processing: technology and tradition. *Acta Horticulturae.*, **375**, 163-174 (1994).
21. Bainbridge, Z., Harding, S., French, L., Kapinga, R., Westby, A.: A study of the role of tissue disruption in the removal of cyanogens during cassava root processing. *Food Chem*., **62,** 291-297 (1998).
22. 조용진: Amygdalin의 In Vitro 분해에 관한 연구. 서울대학교 대학원 (2007).
23. Obilie, E.M., Kwaku, T.D., Amoa, W.K.: Souring and breakdown of cyanogenic glucosides during the processing of cassava into akyeke. *Int. J. Food Micobiol*., **93**, 115-121 (2004).