J. Fd Hyg. Safety 13(2), 77 - 82(1998)

생약제 농축액에서 미생물 성장에 대한 수분활성도의 영향

곽이성 · 신현주* · 주종재*†
*한국인삼연초연구원, *군산대학교 식품영양학과*

Effects of Water Activity on Microbial Growth in Herb Extract

Yi-Seong Kwak, Hyun-Ju Shin* and Jong-Jae Choo*†
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Shinseong-dong, Taejon 305-345, Korea
**Department of Foods and Nutrition, Kunsan National University, Cheonbuk 573-701, Korea*

ABSRACT — As a fundermental research for quality stailization of herb extract, the effects of water activity on microbial growth in herb extract were investigated. Herbs-*Panax ginseng, Cinnamomum cassia, Lycium chinense, Zyzyphus jujuba, Lindera obtusilobum*-were mixed and extracted with water at 80°C and concentrated at 75°C. Water activity of the herb extract was adjusted to 0.86, 0.80 and 0.69, using water activity analyzer. The extracts were incubated for 180 days at 40°C and then examined microbial cell counts and some physicochemical properties. In the extract of a_w 0.86, 18 CFU/g of initial viable cell was increased to 80 CFU/g with 90 days of incubation and to 190 CFU/g 180 days of incubation. In the extract of a_w 0.80, 24 CFU/g of initial viable cell was also increased to 83 CFU/g during the 90 days of incubation and to 170 CFU/g for the 180 days of incubation. However, in the extract of a_w 0.69, viable cell after 180 days of incubation was remained at almost the same level as initial viable cell. pH of herb extract was reduced in proportion to the decrease in water activity. The TLC (thin layer chromatography) patterns of ginseng saponins of herb extract did not show any significant changes after 180 days of incubation. Growth of pathogenic microorganisms was inhibited more with lower water activity of the herb extracts. In the herb extract inoculated with *Candida albicans* and *Aspergillus niger*, initial viable cells of 150 and 140 CFU/g were decreased to 30 and 20 CFU/g, repectively, after 30 days of incubation at 28°C. In the case of herb extract inoculated with *Escherichia coli, Staphylococcus aureus*, and *Pseudomonas aeruginosa*, growth of the bacteria was totally inhibited even after 30 days of incubation at 37°C.

Key words □ **Water activity, pathogenic microorganism, herb extract**

최근에 인삼을 비롯하여 여러 생약제를 이용한 생약제품이 제조되고 있어 제품의 유효성분 보존 및 품질관리 측면에서 생약제 농축액의 품질관리 필요성이 점차 증대되고 있다. 한편 수분은 식품을 장기간 저장할 때 식품성분과 직접, 간접적으로 작용하여 식품의 안정성을 파괴하며 생물학적으로도 미생물의 성장에 이용되어 식품의 저장성 및 안정성을 떨어뜨리므로 미생물학적 품질관리 측면에서 수분관리는 중요한 요인 중의 하나라고 생각된다. 보통 식품속의 수분의 함량은 %함량으로 표시되는 경우가 많으나 식품의 수분함량은 대기 중의 상대습도(RH)에 의해서 크게 영향을 받는다. 또한 상대습도의 수치는 그 상대습도와 평형을 이루고 있는 식품의 수분활성도의 100배가 되므로 미생물의 성장에는 수분함량보다도 그 식품의 수분활성도(water activity, a_w)가 더욱 중요하다고 하겠다.[1] 이와 같이 미생물이 실제로 이용할 수 있는 수분의 양은 그 식품의 % 수분함량보다는 수분활성도에 의해서 더 적절히 표시될 수 있다. Troller 등[2]은 세균, 효모, 곰팡이 등 미생물의 성장에 대한 수분활성도의 영향을 보고하면서 세균은 대부분 수분활성도가 0.95 이상이어야만 잘 성장하며 최저 수분활성도는 0.94 라고 하였다. 또한 효모의 경우에 성장이 가능한 수분활성도의 범위는 0.88 내지 0.90이지만 일부 내삼투압성 효모(osmphilic yeast)의 경우에는 매우 낮은 수분활성도(a_w 0.80 이하)에서도 성장을 계속할 수 있다고 하였다. 그리고 수분이 비교적 적어도 잘 성장할 수 있는 곰팡이의 성

† Author to whom correspondence should be addressed.

장가능 수분활성도 범위는 0.70에서 0.95라고 보고하였다. 이렇게 낮은 수분활성도에서의 미생물 사멸기작에 대해서 Brown[3]은 미생물은 낮은 수분활성도의 환경하에서는 삼투압의 변화(osmotic stress)가 발생하거나 세포내부의 효소합성, 효소활성 같은 대사활동이 변화되어 사멸한다고 주장하였다. 그러나 Brown[4]은 일부 내삼투압성 효모는 세포내부에 γ-aminobutyric acid, α-ketoglutaric acid, glutamate 같은 "compatable solutes"를 생성하여 낮은 수분활성도에서도 적응할 수 있고, 일부 내건성 곰팡이도 세포내부에 mannitol 같은 화합물을 생성하여 낮은 수분활성도에서 견딜 수 있다고 주장하였다.

이와 같이 생약제 농축액을 포함한 식품들의 미생물학적 품질관리에 있어서 수분활성도는 중요한 인자 중의 하나로 생각되고 있다. 따라서 본 연구에서는 생약제 농축액의 품질안정성을 확보하기 위한 기초자료를 제공하고자 생약제 농축액에 오염된 미생물의 성장에 미치는 수분활성도의 영향을 조사하였다.

실험재료 및 방법

생약제의 농축액

대추, 건강, 계피, 구기자 등의 생약제는 시중의 한약방에서 구입하여 시료로 사용하였으며, 인삼은 시중에서 백삼(4년근, 금산)을 구입하여 시료로 사용하였다. 상기의 생약제는 혼합하여 80°C에서 물로 3시간씩 3회 추출한 후 원심분리(8,000 r.p.m for 30 min.)하였고 그 상등액을 75°C 이하에서 감압농축하여 생약제 농축액으로 하였다.

수분활성도에 따른 생약제 농축액의 세균 및 병원성미생물의 성장 변화

생약제 농축액의 수분활성도는 수분활성도 측정기(Thermoconstanter, TH-2/RTD-33, Novasina Co., Switzerland)를 이용하여 상온에서 측정하면서 살균된 증류수를 이용하여 생약제 농축액에 직접 첨가하여 조정하였다. 생약제 농축액의 수분활성도를 0.69에서 0.96 범위로 조정한 후 생약제 농축액을 학대조건이면서 세균이 성장하기 양호한 온도인 40°C에 저장하면서 저장기간에 따른 이들 미생물학적 변화를 생균수로 표시하였다. 생약제 농축액의 생균수는 pour plate 방법[5]으로 측정하였다. 즉, 시료 10 g을 채취한 후 생리식염수 용액 90 m*l*에 넣어 균질화 시킨 다음 각각의 plate에 시료를 1 m*l*씩 접종하였다. 이후 45°C로 식힌 배지를 붓고 37°C에서 2일간 배양 한 후 발생한 콜로니를 계수하였다.

또한 생약제 농축액의 수분활성도 변화에 따른 병원성 미생물의 성장변화를 알아보기 위하여 일부 병원성 미생물을 수분활성도가 조정된 생약제 농축액에 접종한 후 미생물의 생균수를 측정하였다. 병원성 미생물은 한국인삼연초연구원에 보관 중인 *Escherichia coli* AB1157, *Staphylococcus aureus* ATCC65389, *Pseudomonas aeruginosa* IFO 13130, *Candida albicans* IFO6258, *Aspergillus niger* KCTC 1700을 사용하였다. 세균의 경우는 trypticase soybroth(TSB) 배지에서 37°C, 12시간 배양하였고, 효모의 경우는 yeast extract-malt extract(YM) broth에서 25°C, 12시간 배양하여 균액을 제조하였다. 곰팡이의 경우는 25°C에서 5일동안 potato dextrose agar(PDA) slant에 사면배양한 후 생리식염수를 사용하여 spore suspension[6]을 만들었고 이를 생약제 농축액에 일정한 농도가 되게 접종하였다. *E. coli*의 선택배지로서는 (EMB) agar를 사용하였고, *S. aureus*와 *P. aeruginosa*는 trypticase soybroth (TSB) agar 배지를, *C. albicans*의 경우는 yeast extract-malt extract (YM) agar를, *A. niger*는 potato dextrose agar(PDA)를 각각 사용하였다. 한편 생약제 농축액의 수분함량은 일반성분 분석법[7]에 준하여 조사하였으며, °Bx는 Brixmeter(Atago Co., Japan)를 이용하여 직접 측정하였다.

수분활성도가 pH 및 사포닌 함량에 미치는 영향

생약제 농축액의 pH는 시료 3 g을 4배의 증류수에 희석하여 측정하였고, 인삼사포닌 화합물의 분석은 사포닌 분석방법[8]에 준하여 실행하였다. 즉, 생약제 농축액 5 g에 70% methanol을 50 m*l* 가하고 80°C에서 2시간씩 3회 추출하고 원심분리(8,000 rpm, 30 min)하여 그 상등액을 70°C 이하에서 감압농축하였다. 여기에 60 m*l*의 증류수를 가하여 녹인 후 동량의 diethyl ether로 추출하여 ether층으로 이행되는 지용성 물질을 제거하고, 물층에 수포화 *n*-butanol을 50 m*l* 가하였다. 이 조작을 2회 반복하고 50 m*l*의 증류수로 2회 세척한 후 70°C에서 감압농축하였다. 이것을 105°C에서 2시간 건조하여 조사포닌으로 하였다. 조사포닌은 5% methanol 용액(v/w)이 되도록 용해시켜 검액으로 하였다. HPLC 분석은 Lichrosorb-NH_2 column(Merck, 10 μm, ID 0.46 cm × 25 cm)에 acetonitrile/water/*n*-butanol(80:20:10)을 이동상으로 하여 differential refractometer(RI 401) 검출기로 검출, 정량하여 사포닌함량으로 표시하였다. TLC 분석은 silica gel TLC plate에 5 μ*l*씩 점적하여 chloroform/methanol/water(65:35:10, low phase)로 전개하였다. 이것을 30% 황산시액으로 분무한 후 110°C에서 5분간 발색시켜 사포닌을 확인하였다.

첨가물이 생약제 농축액의 품질안정성 지표로서 사포닌에 미치는 영향

생약제 농축액의 저장 중 품질안정성을 알아보기 위하여 생약제 농축액에 감미료, 산미료, 색소 등의 첨가물을 첨가

한 후 40°C에서 60일 및 180일 동안 저장한 후 사포닌의 변화를 조사하였다. 이때 사포닌의 변화는 TLC 패턴으로 조사하였으며, TLC 분석은 상기의 방법과 동일하게 실시하였다.

결과 및 고찰

수분활성도에 따른 생약제 농축액의 세균 및 병원성미생물의 성장변화

수분활성도가 각기 다르게 조정된 생약제 농축액을 40°C에서 30일 동안 저장하면서 조사한 세균의 생균수 변화를 Table 1에 나타내었다.

Table 1에 나타낸 바와 같이 수분활성도가 0.91에서 0.96 사이인 시료의 경우에는 시료의 초기 생균수가 10/g~30/g에서 40°C에서 30일 저장한 후 1000/g~6000/g으로 균수가 크게 증가하였다. 수분활성도 0.87(수분함량 65.21%) 시료에서는 시료의 초기 생균수가 20/g에서 300/g으로 증가하였다. 그러나 수분활성도가 0.79 및 0.69(수분함량 43.84 %, 33.05%) 시료에서는 초기 생균수가 20/g, 10/g에서 각각 40/g, 20/g으로 세균수의 증가가 미미한 것으로 나타났다. 상기의 실험결과에서 보는 바와 같이 생약제 농축액은 수분활성도 0.87 이하에서 미생물학적으로 비교적 안정한 것으로 생각된다. 따라서 이들 생약제 농축액의 수분활성도를 각각 0.86, 0.80, 0.69로 세분화하여 40°C에서 90일 및 180일 동안 비교적 장기간 저장하면서 저장기간에 따른 세균의 생균수 변화를 관찰한 결과를 Table 2에 나타내었다.

Table 2에 나타낸 바와 같이 수분활성도 0.86(수분함량 63.85%) 시료의 경우에 생균수는 초기의 생균수가 18/g에서 90일 저장시 80/g으로 증가하였고, 180일 저장시에는 190/g으로 초기 생균수에 비해 약 11배 증가하였다. 수분활성도 0.80(수분함량 43.04%) 시료의 경우에는 초기생균수 24/g가 90일 저장시 83/g으로 증가하였고, 180일 저장시에는 170/g으로 약 7배 증가하였다. 그러나 수분활성도 0.69 (수분함량 33.05%) 시료의 경우에는 초기생균수가 16/g에서 90일 및 180일 저장시 각각 20/g 및 25/g으로 초기 균수와 동등한 수준이거나 균수 증가를 보이지 않아서 본 생약제 농축액은 수분활성도 0.69 이하에서 미생물학적으로 세균에 대해서 안정한 것으로 생각되었다.

또한 생약제 농축액의 수분활성도가 병원성 미생물의 성장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 일부 병원성 미생물을 수분활성도가 조정된 생약제 농축액에 접종한 후 세균의 경우에는 37°C, 효모와 곰팡이의 경우에는 28°C에서 각각 30일 동안 저장하면서 변화하는 미생물 균수를 Table 3에 나타내었다.

Table 3에 나타낸 바와같이 수분활성도 0.86, 0.80, 0.69로 조정된 시료의 경우에 *S. aureus, E. coli, P. aeruginosa, C. albicans, A. niger* 균을 접종하여 30일 동안 저장한 후

Table 1. Effect of water activity on bacterial growth in herb extract

Sample	Water activity	Brix (°)	Moisture content (%)	Bacteria (CFU[1]/g)	
				0 day	30 days
1	0.96	2.0	97.92	20	5600
2	0.95	3.8	96.48	30	6000
3	0.92	8.0	92.55	10	4000
4	0.91	20.0	80.89	20	1000
5	0.87	38.0	65.21	20	300
6	0.84	52.0	54.08	30	200
7	0.79	62.0	43.84	20	40
8	0.69	72.5	33.05	10	20

[1]CFU: Colony forming unit. Herb extracts were incubated at 40°C.

Table 2. Effect of water activity on bacterial growth in herb extract

Sample	a_w[1]	Moisture content (%)	Viable cell count (CFU[2]/g)		
			0 day	90 days	180 days
1	0.86	63.85	18	80	190
2	0.80	43.04	24	83	170
3	0.69	33.05	16	20	25

[1]a_w: Water activity. [2]CFU: Colony forming unit. Herb extracts were incubated at 40°C.

Table 3. Effect of water activity on some pathogenic microorganisms inoculated in herb extract

Unit: Viable cell count (CFU/g)

Sample	a_w[1]	*Staphylococcus*[2]		*Escherichia*[3]		*Psuedomonas*[4]		*Candida*[5]		*Aspergillus*[6]	
		0 day	30 days	0 day	30 days	0 day	30 days	0 day	30 days	0 day	30 days
1	0.86	110	30	130	30	150	40	140	90	150	80
2	0.80	120	10	120	20	120	20	150	50	130	50
3	0.69	100	0	150	0	150	0	150	30	140	20

[1]a_w: Water activity, [2]*Staphylococcus*: *Staphylococcus aureus*, [3]*Escherichia*: *Escherichia coli*, [4]*Psuedomonas*: *Psuedomonas aeruginosa*, [5]*Candidaa*: *Candida albicans*, [6]*Aspergillus*: *Aspergillus niger*.
Herb extracts were incubated for 30 days at 37°C in case of bacteria, and at 28°C in case of yeast and mold, respectively.

생균수를 측정한 결과, *S. aureus, E. coli, P. aeruginosa* 등 세균의 경우에는 수분활성도 0.86 시료의 경우 초기균수가 110~150/g에서 30~40/g으로 감소하였다. 수분활성도 0.80에서는 초기균수가 120/g에서 10~20/g으로 변화하여 감소경향이 더 크게 나타났으며 수분활성도 0.69 시료에서는 30일 저장후 세균이 완전히 사멸된 것으로 나타났다. 그러나 *C. albicans, A. niger* 등 효모, 곰팡이의 경우에는 세균의 경우보다는 수분활성도에 대한 저항성이 다소 큰 것으로 나타났다. 수분활성도 0.86 시료에서는 효모 및 곰팡이의 초기균수가 140/g, 150/g에서 각각 90/g, 80/g으로 감소하였고, 수분활성도 0.80에서는 150/g, 130/g에서 각각 50/g, 50/g으로 감소하였다. 수분활성도 0.69 시료에서도 초기균수가 150/g, 140/g에서 30일 저장한 후 각각 30/g, 20/g으로 크게 감소하는 경향을 나타내었다. Ayerst[9]는 내건성 곰팡이(xerophilic fugus)는 수분활성도 0.77 이하에서도 성장할 수 있다고 하였는데 본 농축액에서도 세균보다 곰팡이가 낮은 수분활성도에서의 저항성이 강함을 알 수 있었다. 상기의 결과를 요약하면 실험한 모든 병원성 미생물은 수분활성도 0.86 이하의 시료에서는 균의 증식이 인정되지 않았다. 특히 병원성 세균 *E. coli, S. aureus, P. aeruginosa*의 경우에는 수분활성도 0.69의 시료에서 30일 저장후 생균수가 0로 나타나서 세균은 완전히 사멸되었다. *C. albicans*와 *A. niger*의 경우에는 수분활성도 0.69 시료에서 균의 사멸은 인정되지 않았지만 균은 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 따라서 본 생약제 농축액을 수분활성도 0.69 이하로 유지하면 병원성 미생물 성장에 대해서 안정할 것으로 사료된다. 수분활성도에 따른 이러한 생약제 농축액의 미생물 성장 변화에 관한 자료는 추후 생약제 농축액의 미생물학적 품질관리에 큰 도움을 줄 것으로 사료된다. 그러나 저장기간을 조금 더 연장한 후 미생물학적 품질안정성을 조사할 필요가 있으며, 수분활성도에 따른 생약제 농축액의 미생물 성장 저해기작에 대해서도 추후 세세한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Table 4. Effect of water activity on pH and crude saponin in herb extract

Sample	a_w[1)]	0 day		90 days		180 days	
		pH	Crude saponin[2)]	pH	Crude saponin[2)]	pH	Crude saponin[2)]
1	0.86	5.26	2.32	4.72	2.31	4.42	2.20
2	0.80	5.24	2.51	4.78	2.40	4.52	2.26
3	0.69	5.18	2.48	4.95	2.36	4.87	2.18

[1)]a_w : Water activity. [2)]Crude saponin was showed as % contents by dry basis.
Herb extracts were incubated at 40°C.

수분활성도가 pH 및 사포닌 함량에 미치는 영향

생약제 농축액의 저장기간에 따른 pH 및 사포닌화합물의 변화를 조사한 결과를 Table 4에 나타내었다.

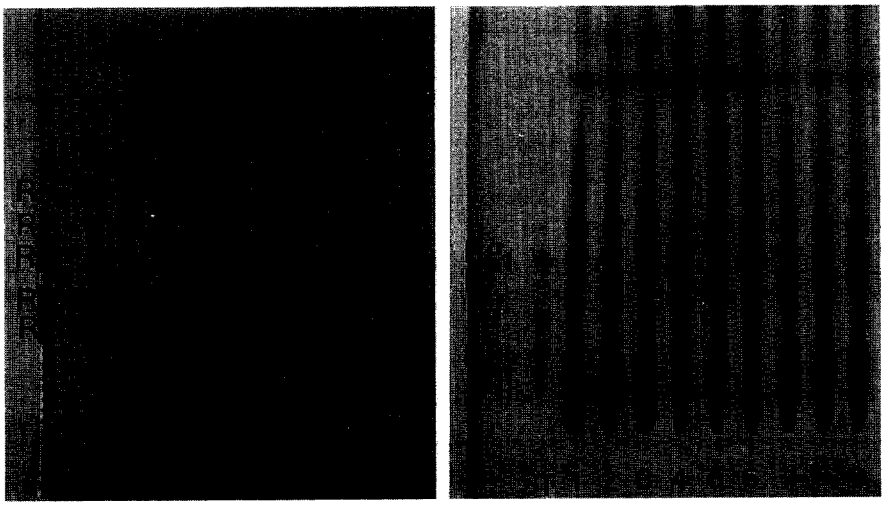

Fig. 1. The TLC patterns of ginseng saponin in herb extracts.
*A and B samples were incubated for 60 and 180 days at 40°C, respectively. **ST: saponin standard, Lane 1: a_w 0.86 of herb extract+sweetner+acidifier+flavor+pigment, lane 2: a_w 0.80 of herb extract+sweetner+acidifier+flavor+pigment, lane 3: a_w 0.69 of herb extract+sweetner+acidifier+flavor+pigment, lane 4: a_w 0.86 of herb extract+acidifier+flavor+pigment, lane 5: a_w 0.80 of herb extract+acidifier+flavor+pigment, lane 6: a_w 0.69 of herb extract+acidifier+flavor+pigment, lane 7: a_w 0.86 of herb extract+sweetner+flavor+pigmnet, lane 8: a_w 0.80 of herb extract+sweetner+flavor+pigmnet, lane 9: a_w 0.69 of herb extract+sweetner+flavor+pigment. Mobile phase of TLC; $CHCl_3$:MeOH:H_2O=65:35:10 (v/v, lower phase).

Table 4에 나타낸 바와 같이 저장기간 중 생약제 농축액의 pH 변화를 살펴보면 수분활성도가 0.86으로 조정된 시료의 경우에 pH는 저장직후의 5.26에서 90일 저장시에는 4.72, 180일 저장시에는 4.42로 조금씩 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 수분활성도 0.80 시료의 경우에 pH는 저장직후 5.24에서 90일 저장시 4.78, 180일 저장시에는 4.52로 감소하였다. 수분활성도 0.69 시료의 경우에도 저장직후 pH가 5.18에서 90일 저장시 4.95로, 180일 저장시에는 4.87으로 감소하였으나 그 감소경향은 적은 것으로 나타났다. 180일 저장시의 pH에서 초기 pH를 뺀 pH의 감소폭은 수분활성도 0.86, 0.80, 0.69 시료의 경우 각각 0.84, 0.72, 0.31으로 나타났으며 수분활성도가 낮을수록 pH의 감소폭이 적은 것으로 나타났다. 이것은 Table 2에서 보는 바와 같이 수분활성도 변화에 따른 미생물의 성장추세와도 어느 정도 일치하는 것으로 생각된다.

생약제 농축액의 품질안정성은 생약제에 포함된 인삼 중의 지표성분인 사포닌화합물을 측정함으로써 조사하였다. 사포닌의 경우에는 Table 4에 나타낸 바와 같이 수분활성도 0.86 시료의 경우 저장초기 2.32%에서 90일 저장시에 2.31%로 거의 변화가 없었다. 그러나 180일 저장시에는 2.20%로 조금 감소하는 경향을 나타내었다. 수분활성도 0.80 시료의 경우에도 저장초기 2.51%에서 90일 저장시 2.40%로 조금 감소하였고 180일 저장시에는 2.26%로 감소하였다. 수분활성도 0.69 시료의 경우에도 저장초기 2.48%에서 90일 저장시 2.36%로 감소하였고, 180일 저장시에는 2.18%로 감소하였다. 그러나 수분활성도 0.86, 0.80, 0.69 시료의 경우 모두 본 실험에서 나타난 사포닌 함량의 감소 범위는 180일 저장시의 사포닌함량에서 저장초기의 함량을 뺀 값이 0.12~0.30%로써 사포닌 화합물의 분석이 개인에 따른 편차비율이 심하다는 사실을 고려하면 비교적 안정한 것으로 생각된다.

첨가물이 생약제 농축액의 품질안정성 지표로서 사포닌에 미치는 영향

생약제 농축액의 저장 중 품질안정성을 살펴보기 위하여 생약제 농축액에 감미료, 산미료 등의 첨가물을 첨가한 후 40°C에서 60일 및 180일 동안 저장한 후 품질안정성 지표성분으로 선정한 인삼사포닌의 TLC 패턴을 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1의 TLC 패턴에서 보는 바와 같이 40°C에서 60일 동안 저장한 시료 및 180일간 저장한 시료 모두에서 ginsenoside Rb_1, Rb_2, Rd, Rf, Rg_1 같은 모든 사포닌 화합물이 관찰되었다. 따라서 생약제 농축액에 감미료, 산미료 등의 첨가물을 첨가하여 장기간 저장하여도 생약제 농축액은 안정한 것으로 생각된다.

그러나 생약제 농축액의 지표성분으로서 인삼사포닌 이외에도 다른 생약제의 유효성분이 있다는 사실을 고려하면 이에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

국문 요약

생약제 농축액의 품질 안정성을 확보하기 위한 기초자료를 제공하고자 생약제 농축액에서 수분 활성도 변화에 따른 미생물 성장 변화 및 일부 이화학적 특성 변화를 조사하였다. 수분활성도를 각각 0.86, 0.80, 0.69로 조정한 생약제 농축액을 40°C에서 180일 동안 저장한 후 세균의 생균수를 측정한 결과 수분활성도 0.86(수분활성도 63.85%) 시료의 경우 초기생균수가 18/g에서 90일 저장시 80/g으로 180일 저장시 190/g으로 증가하였다. 수분활성도 0.80(수분함량 43.04%) 경우에는 초기생균수가 24/g에서 90일 저장시 83/g으로, 180일 저장시 170/g으로 증가하였다. 그러나 수분활성도 0.69(수분함량 33.05%) 경우에는 초기생균수가 16/g에서 90일 및 180일 저장시 각각 20/g, 25/g으로 큰 균수 증가를 나타내지 않았다. 한편 수분활성도에 따른 병원성 미생물의 성장은 수분활성도가 낮을수록 저해되었으며 *C. albicans, A. niger*의 경우 28°C에서 30일 저장 후 초기생균수가 150/g, 140/g에서 각각 30/g, 20/g으로 크게 감소하였고, *E. coli, S. aureus, P. aeruginosa*의 경우에도 수분활성도 0.69 시료에서는 37°C에서 30일 저장 후 생균수가 0로 나타나서 균은 완전히 사멸되었다. 수분활성도 0.86, 0.80, 0.69 시료에서 pH의 변화는 180일 저장시의 pH에서 초기 pH를 뺀 pH의 감소폭이 각각 0.84, 0.72, 0.31로 나타나서 수분활성도가 낮을수록 pH의 감소폭이 적은 경향이었다. 생약제 농축액에 포함된 인삼 중의 지표성분인 사포닌은 180일 저장한 시료에서 측정한 사포닌함량에서 저장초기 시료의 함량을 뺀 사포닌함량의 감소폭은 0.12~0.30%로 나타나서 비교적 작은 편이었다. 또한 생약제 농축액에 감미료, 산미료 등의 첨가물을 첨가하여 40°C에서 60일 및 180일 동안 저장한 후 TLC로 사포닌을 조사한 결과 모든 사포닌이 확인되어 이러한 조건에서 사포닌은 안정한 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 김동훈: 식품화학, 탐구당, 서울, pp. 4-10 (1987).
2. Troller, J.A. and Christian, J.H.B.: Water activity and Food. Academic Press, New York, USA, p. 52 (1978).
3. Brown, A.D.: Microbial water stress. *Bacteriol. Rev.* **40**, 803 (1976).
4. Brown, A.D.: Compatable solutes and extreme water stress in eukaryotic microorganisms. *Adv. Microbiol. Physiol.* **17**, 181(1977).
5. Beach, F.W. and Davenport, R.R.: Methods in Microbiology, Vol.4, Academic Press, London and New York, p. 153 (1971).
6. Robert, A.S., Ellen, S.H. and Connie, A.N.V.: Introduction to food born fungi, Centraalbureau voor schimmelcultures, p. 212 (1981).
7. 정동효, 장현기: 식품분석, 삼광인쇄소, 서울, p. 112 (1985).
8. 곽이성, 장진규, 주종재: 알콜처리가 인삼분말에 오염된 미생물의 성장에 미치는 영향, 한국식품위생안전성학회지, **12**(3), 205 (1997).
9. Ayerst: In *Microbial Deterioration in the Tropics. Soc. Chem. Ind. Monog*, No. 23, Soc. Chem. Ind., London, p. 14 (1966).