

다양한 침지처리가 대두의 미생물 오염 및 발아율에 미치는 영향

김태진^{1†}·김영진¹·정병문¹·김응률¹·최원선¹·정후길¹·전호남¹·성창현²·유상호²·김우정²

¹매일유업(주) 중앙연구소

²세종대학교 식품공학과

Effect of Various Presoaking Treatments on the Microbial Contamination and Germination Ratio of Soybeans

TaeJin Kim^{1†}, YoungJin Kim¹, ByungMoon Jung¹, EungRyool Kim¹, WonSun Choi¹, HooKil Jung¹,
HoNam Chun¹, ChangHyun Sung², SangHo Yoo² and WooJung Kim²

¹R&D Center, Maeil Dairy Industry Co., Ltd., Gyunggi 451-861, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Sejong University, Seoul 143-747, Korea

Abstract

The presoaking conditions of soybeans in various solution for decreasing microbial contamination and improving germination were investigated. Soybeans were treated with presoaking solutions (sterilized water, 0.1% grape fruit extract, 0.1% vitamin B₁ derivate solution AS5 and vitagen) at 25°C, 35°C, 45°C and 55°C for 3~12 hr and germinate at 25°C, 95%RH for 3 days. Total bacterial count and coliform count of soybeans were 6.0×10^5 CFU/g and 3.0×10^5 CFU/g, respectively, and the most of presoaking treatments decreased the microbial contamination. The increase of presoaking time induces low germination ratio compared with unsoaked soybeans and the germination of soybeans was not detected at 55°C. The germination of soybeans was effected by presoaking solutions, temperature, and time. The optimal presoaking condition for decreasing microbial contamination and promoting initial germination was using grape fruit extract at 35°C for 6 hr.

Key words: soybean, presoaking, germination, contamination

서 론

대두는 단백질이 약 40%, 지방질이 약 20%이며, 각종 펩수아미노산 및 펩수지방산이 풍부한 고영양 식품으로 그 이용은 콩밥, 콩자반, 삶은 콩 등 원형을 변형시키지 않고 조리하여 섭취하거나 된장, 두유, 두부, 콩나물 등과 같이 원형을 변화시키면서 이용하는 방법으로 나눌 수 있다(1).

대두를 가공할 때에는 먼저 조직을 연화시키기 위하여 반드시 침지과정을 거치게 되는데 침지 중의 주요변화는 흡수로 인한 무게 및 부피증가이고, 이때의 흡수속도는 침지온도, 콩의 크기, 저장기간 등에 영향을 받는다(2). 또한 침지과정은 수분을 콩 내부에 침투시켜 발아를 촉진시키는 과정으로 여름에는 5~6시간, 봄과 가을에는 12시간, 겨울에는 24시간 정도 침지 후 발아시키며, 대두를 발아시킴으로써 콩속의 trypsin inhibitor가 불활성화되고 올리고당이 분해되어 장내가스생성을 줄일 뿐만 아니라 ascorbic acid, riboflavin, nicotinic acid 등 비타민 함량을 크게 높일 수 있으며, 발아초기에는 isoflavone의 함량도 증가한다(3). 하지만 대두 침지 및 발아과정에서 각종 고형물, 단백질, 당 등의 성분이 물로

용출되어 영양성분의 손실을 초래하고(4) 대두를 발아시킬 때 발아율이 낮은 콩이나, 침지, 발아조건 등 여러 요인에 의해 부패가 발생하기도 한다. 이들 부패균들은 콩의 분비물을 이용하여 급속히 증식하면서 여러 종류의 효소와 유해한 부산물을 대량 분비하고 콩 조직을 붕괴시키는데(5), 이를 방지하기 위하여 오존수로 처리하거나(6) 자몽씨 추출물(7,8), 키토산(8) 용액 등을 이용하는 연구가 진행되어 왔다.

그러하여 본 연구에서는 대두 발아시 미생물에 의한 오염을 최대한 방지하고 발아율을 높이는 조건을 설정하고자 침지온도 및 침지시간별 대두의 물리적인 변화를 조사하였으며, 미생물 생육억제효과가 있다고 알려진 자몽씨 추출물, 비타민 B₁ 유도체 등을 침지수로 사용하여 미생물 오염정도를 관찰하였고 이를 다시 항온항습이 유지되는 조건에서 3일 동안 발아시키면서 경시적인 발아율을 확인하였다.

재료 및 방법

대두품종 및 대두의 침지처리

본 실험에는 2004년산 황금콩(수원 97호, 강원도 인제산)

†Corresponding author. E-mail: tayjin@maeil.com
Phone: 82-31-660-9195, Fax: 82-31-668-0247

을 사용하였으며, 침지용액으로는 멸균수, 자몽씨 추출물(한국미생물연구소, 한국), 비타민 B₁ 유도체인 AS5(田辺製藥, 日本)와 vitagen(세일약품, 한국) 등을 0.1% 농도로 사용하였다. 침지처리는 침지용액 180 mL에 대두 20 g을 넣고 25°C, 35°C, 45°C, 55°C에서 3, 6, 9, 12시간 침지시켜 다음실험에 사용하였다.

대두의 흡수율 및 경도변화

대두의 흡수율은 대두를 25°C ~ 55°C 범위의 온도에서 각각의 침지액으로 12시간 침지하는 동안 3시간 간격으로 대두를 채취한 후 종이 타올로 표면수를 제거한 다음 무게 변화량을 측정하여 그 변화를 비교하였으며, 대두의 경도변화는 Reometer(SUN Scientific, Japan)를 사용하여 측정하였다.

침지시 대두의 미생물 오염정도 측정

침지 대두를 멸균수에 넣어 Polytron(KINEMATICA, Switzerland)으로 분쇄한 후 이를 희석하여 대두 생육 중의 총균수와 대장균군의 수를 측정하였으며, 총균수 측정은 plate count agar(Difco, USA), 대장균군수의 측정은 des-oxycholate lactose agar(Difco, USA)를 사용하여 측정하였다.

대두의 발아율 측정

각각의 조건으로 침지한 대두 25개를 멸균수를 깔고 멸균수를 적정량 넣은 페트리디쉬에 치상하여 발아관찰 3일 동안 추가적인 수분첨가 없이 항온항습기(25°C, 95%RH)에서 배양하였고, 4회 반복 실험하였다. 발아는 발아된 부분이 1~2 mm 이상 되는 것을 발아립으로 보았고, 발아율은 총 치상립수에 대한 발아립의 비율로 나타내었다.

결과 및 고찰

흡수율 및 경도변화

각각의 침지액을 사용하여 대두를 침지시켰을 때의 흡수율 및 경도변화를 살펴보면(Fig. 1~4) 침지온도가 높을수록 그 포화속도는 빨랐으며 대두의 최고 흡수율은 125~150% 사이인 것을 알 수 있었다. 45°C와 55°C에서는 3시간 이상 침지시에, 35°C에서는 6시간 이상 침지시에 수분포화상태에 도달하였으며, 25°C에서는 9시간 이후에 수분포화되었다. 그러나 각 침지액의 종류별 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 20°C에서 12시간, 40°C에서 10시간, 60°C~80°C에서는 3~4시간 이내에 무게증가가 평형에 도달하였다는 보고(9,10)와 유사한 결과를 나타내었다. 경도의 경우 흡수율과 반비례하여 감소하였으며, 45°C와 55°C에서 3시간 이상 침지시 90% 이상 경도가 감소하여 대두의 조직이 매우 연해졌고, 25°C와 35°C에서는 9시간 이후부터 90% 이상 경도가 감소하였다. 이로 볼 때 대두의 흡수율 및 경도는 침지액에 따른 영향보다 침지시간과 온도에 큰 영향을 받음을 알 수 있었다.

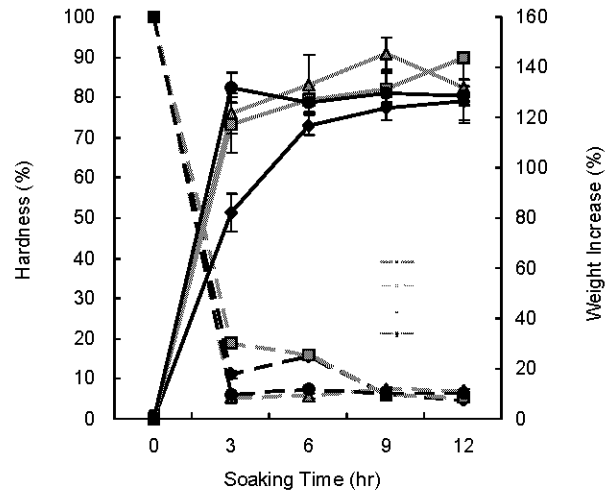


Fig. 1. Changes in weight and hardness of soybeans during soaking at various temperatures in sterilized water. --- : Hardness, — : Weight increase.

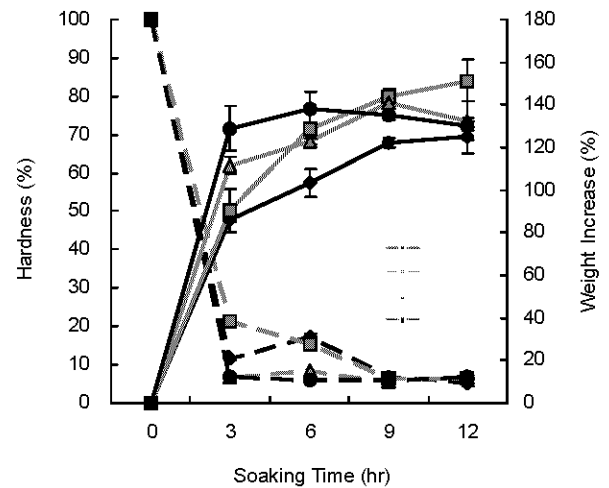


Fig. 2. Changes in weight and hardness of soybeans during soaking at various temperatures in 0.1% grapefruit seed extract solution. --- : Hardness, — : Weight increase.

미생물 수 변화

대두를 각각의 침지용액에서 3, 6, 9, 12시간 동안 25°C, 35°C, 45°C 그리고 55°C에서 침지시킨 후 대두의 일반 미생물 및 대장균군수를 조사한 결과는 Fig. 5~8과 같다. 초기 대두의 일반 미생물수는 6.0×10^5 CFU/g, 대장균군수는 3.0×10^5 CFU/g로 일반적인 대두 미생물 수인 10^7 CFU/g 수준(8)보다 낮은 수치를 보였다. 멸균수를 침지용액으로 사용한 대조구 대두의 일반미생물수는 25°C와 45°C에서는 각각 $1.5 \times 10^5 \sim 4.4 \times 10^5$ CFU/g, $1.9 \times 10^5 \sim 1.1 \times 10^6$ CFU/g을 유지하였고, 55°C에서는 그 수가 침지시간이 길어질수록 감소한 반면 35°C에서는 최고 9.2×10^6 CFU/g까지 증가하였다. 또한 대장균군수도 35°C에서 침지 12시간에는 1.0×10^7 CFU/g으로 급증하여 일반 미생물과 대장균군 모두 35°C

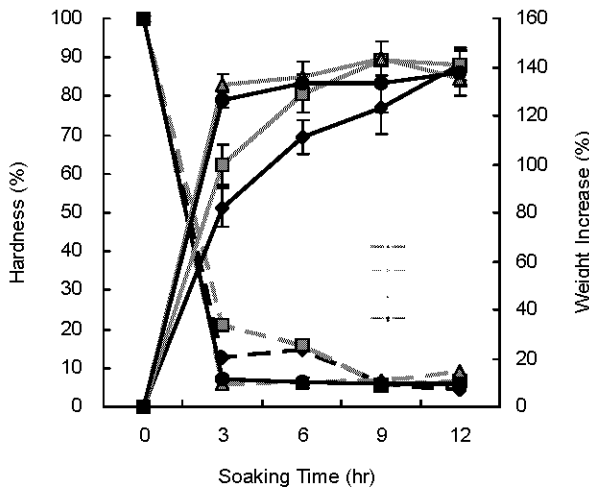


Fig. 3. Changes in weight and hardness of soybeans during soaking at various temperatures in 0.1% vitamin B₁ derivate (AS5) solution.

--- : Hardness, — : Weight increase.

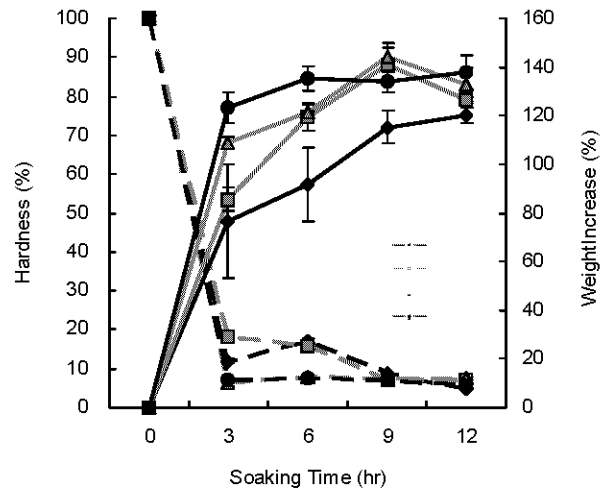


Fig. 4. Changes in weight and hardness of soybeans during soaking at various temperatures in 0.1% vitamin B₁ derivate (vitagen) solution.

--- : Hardness, — : Weight increase.

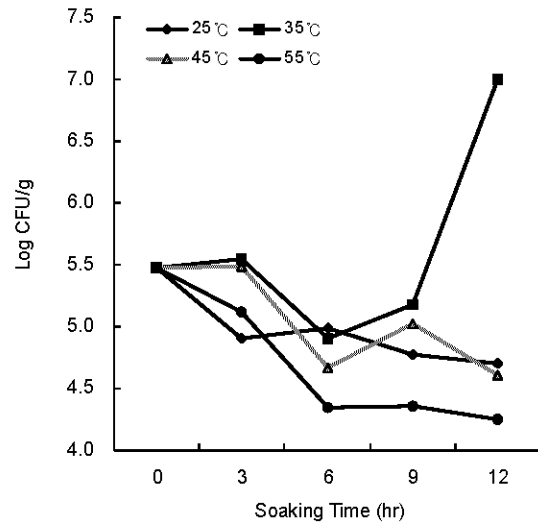
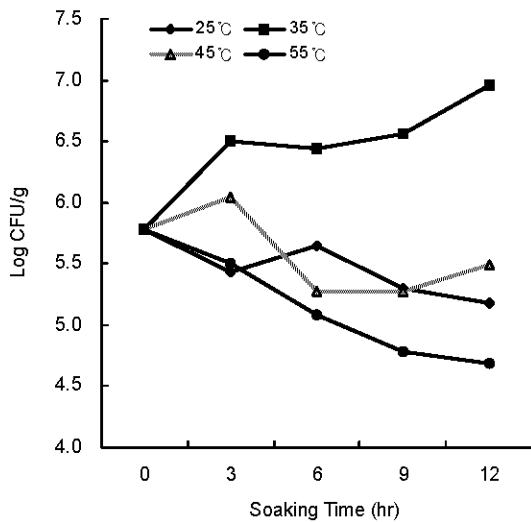


Fig. 5. Changes in total bacterial count (left) and coliform count (right) of soybeans during soaking at various temperatures in sterilized water.

에서 12시간 이상 침지시 10^7 CFU/g 수준까지 증가하였다. 자몽씨 추출물 침지액은 침지 6시간 이후부터 모든 온도에서 초기 대두의 일반미생물 및 대장균군보다 낮은 수를 보였고, 35°C에서 침지시에도 침지시간 동안 일반미생물수는 최고 5.1×10^5 CFU/g를 넘지 않았으며, 대장균군수는 침지 12시간에 4.5×10^4 CFU/g로 매우 양호한 증식억제효과를 보였다. 자몽씨 추출물은 대두에 대해 우수한 항균력을 나타낸다고 알려져 있으며(7,11), 이는 자몽씨 추출물이 미생물의 세포막을 파괴시킴으로써 항균작용을 하는 것으로 보고되고 있다(12,13). 비타민 B₁ 유도체인 AS5 용액도 35°C에서 9시간 침지시까지는 초기 미생물 수준을 유지하여 어느 정도 미생물 생육 억제효과가 나타났으며 이는 AS5의 성분

중 음이온 계면활성제 성분이 미생물 세포막으로의 흡착과 원형질내로 침투하여 그 증식을 저해한 것으로 생각된다. Vitagen 용액의 경우에는 대조구보다 양호한 미생물 증식억제력을 볼 수 없었고, 오히려 45°C에서 침지시 12시간 이후부터 일반미생물과 대장균군이 각각 1.4×10^6 CFU/g과 1.6×10^6 CFU/g로 급증하는 경향을 보였다.

발아율 변화

대두를 각각의 조건으로 침지한 후 페트리디쉬에서 수분이 마르지 않게 항온항습기에서 배양하면서 3일간 조사한 발아율은 Table 1~4와 같다. 발아관찰 첫날의 발아율은 무침지 대두가 24%를 보였고, 자몽씨 추출물 및 vitagen 용액을 사용하여 35°C에서 6시간 침지시킨 후 발아시킨 대두가

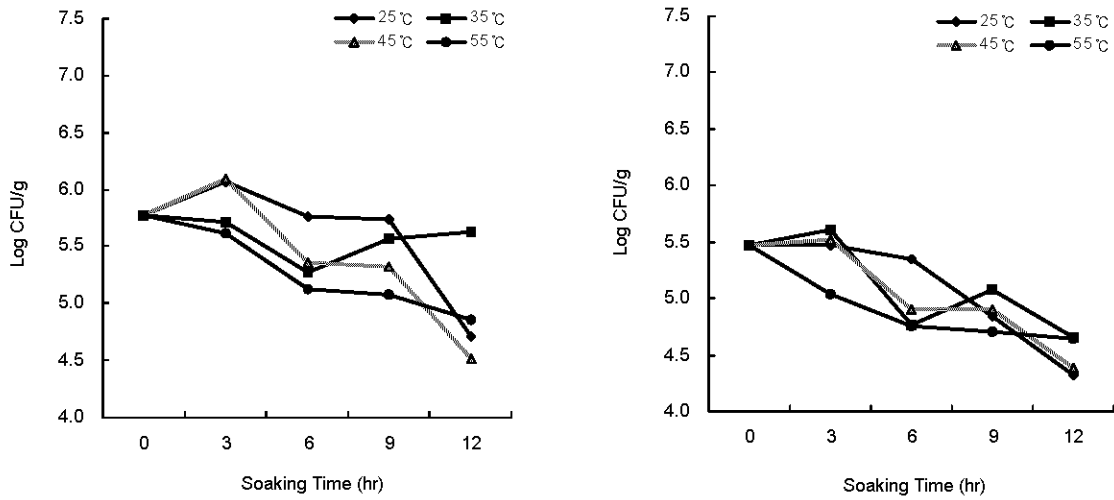


Fig. 6. Changes in total bacterial count (left) and coliform count (right) of soybeans during soaking at various temperatures in 0.1% grapefruit seed extract solution.

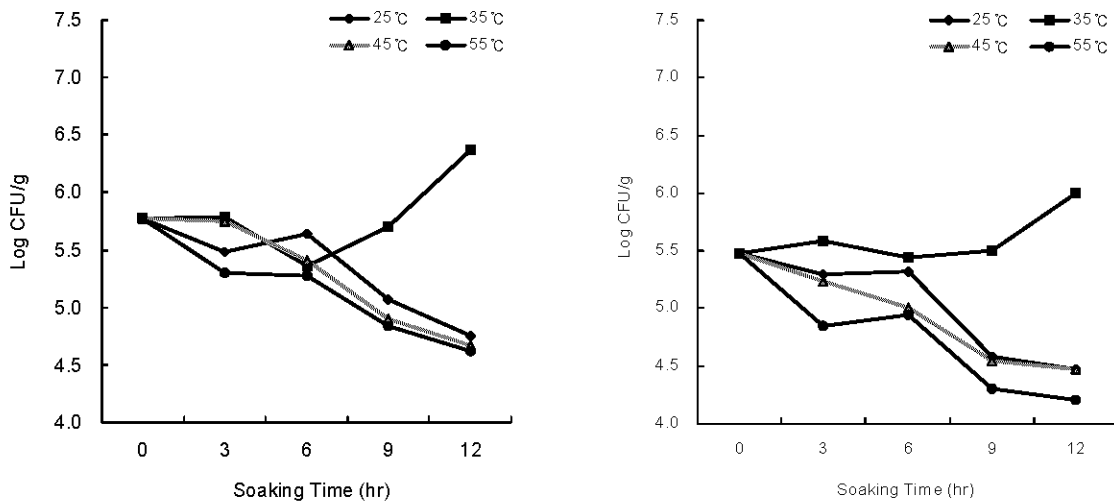


Fig. 7. Changes in total bacterial count (left) and coliform count (right) of soybeans during soaking at various temperatures in 0.1% vitamin B₁ derivate (AS5) solution.

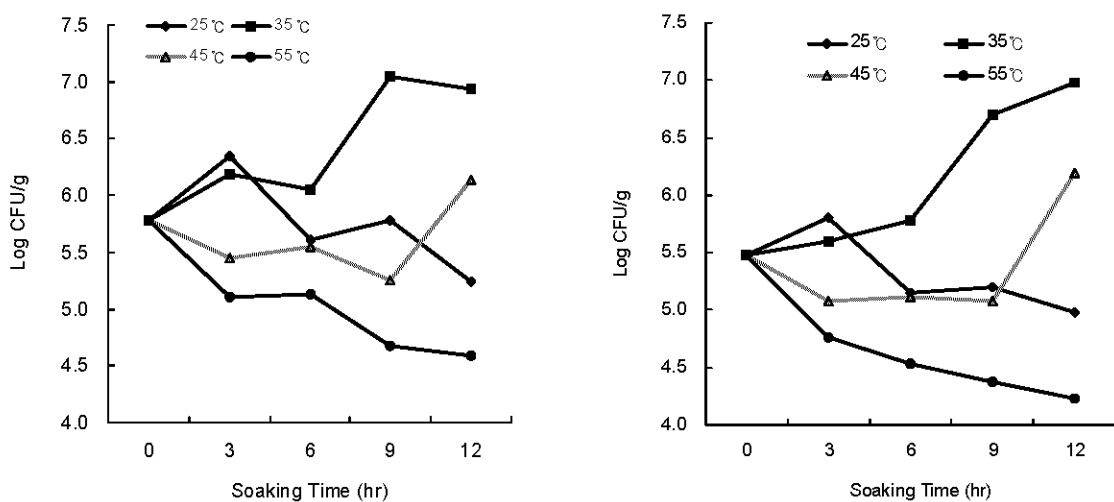


Fig. 8. Changes in total bacterial count (left) and coliform count (right) of soybeans during soaking at various temperatures in 0.1% vitamin B₁ derivate (vitagen) solution.

Table 1. Germination ratio of soybeans soaked in sterilized water

Soaking condition			Germination ratio (%)		
Solution	Temp (°C)	Time (hr)	1st day	2nd day	3rd day
-	-	-	24±8 ¹⁾	63±17	93±2
Sterilized water	25	3	8±4	29±9	41±14
		6	9±2	20±4	29±6
		9	8±4	20±8	28±4
		12	7±2	15±2	33±5
	35	3	9±5	35±15	45±14
		6	12±4	28±14	33±9
		9	7±6	25±5	29±10
		12	7±5	13±5	15±8
	45	3	1±2	24±4	27±2
		6	1±2	4±4	7±0
		9	5±2	3±2	0
		12	1±2	1±2	1±2
55	3	0	0	0	
	6	0	0	0	
	9	0	0	0	
	12	0	0	0	

¹⁾Values are mean±SD.**Table 2. Germination ratio of soybeans soaked in grapefruit seed extract solution (0.1%)**

Soaking condition			Germination ratio (%)		
Solution	Temp (°C)	Time (hr)	1st day	2nd day	3rd day
-	-	-	24±8 ¹⁾	63±17	93±2
Grapefruit seed extract solution (0.1%)	25	3	23±10	40±12	48±4
		6	27±12	53±13	67±12
		9	23±10	45±5	55±6
		12	21±10	35±14	49±13
	35	3	24±7	65±5	75±6
		6	43±9	64±4	67±5
		9	8±4	21±8	37±2
		12	4±4	19±5	29±10
	45	3	4±0	49±23	51±12
		6	0	4±4	5±2
		9	1±2	1±2	0
		12	0	0	0
55	3	0	0	0	
	6	0	0	0	
	9	0	0	0	
	12	0	0	0	

¹⁾Values are mean±SD.

각각 43%, 45%의 높은 발아율을 보였다. 하지만 그 이상 침지시켰을 때의 발아율은 급감하여 10%를 넘지 못하였다. 멸균수 및 AS5용액을 사용하여 침지시킨 대두의 발아율은 무침지 대두에 비해 낮았으며, 침지온도와 침지시간이 증가함에 따라 발아율은 낮아지는 경향을 보여 발아율이 대부분 10% 미만으로 저조하였고, 특히 AS5를 사용하여 침지한 대두에서는 대부분 5%에도 미치지 못하는 매우 저조한 발아율을 보였다.

발아관찰 이틀째에는 자몽씨 추출물과 vitagen용액을 사

Table 3. Germination ratio of soybeans soaked in vitamin B₁ derivate (AS5) solution (0.1%)

Soaking condition			Germination ratio (%)		
Solution	Temp (°C)	Time (hr)	1st day	2nd day	3rd day
-	-	-	24±8 ¹⁾	63±17	93±2
Vitamin B ₁ derivate (AS5) solution (0.1%)	25	3	5±2	28±7	35±12
		6	9±6	15±8	20±8
		9	0	3±2	5±6
		12	0	1±2	1±2
	35	3	3±5	19±13	21±16
		6	1±2	1±2	1±2
		9	0	0	12±21
		12	0	0	0
	45	3	0	0	1±2
		6	0	1±2	3±5
		9	0	0	0
		12	0	0	0
55	3	0	0	0	
	6	0	0	0	
	9	0	1±2	0	
	12	0	0	0	

¹⁾Values are mean±SD.**Table 4. Germination ratio of soybeans soaked in vitamin B₁ derivate (vitagen) solution (0.1%)**

Soaking condition			Germination ratio (%)		
Solution	Temp (°C)	Time (hr)	1st day	2nd day	3rd day
-	-	-	24±8 ¹⁾	63±17	93±2
Vitamin B ₁ derivate (vitagen) solution (0.1%)	25	3	20±14	51±22	60±28
		6	37±19	64±7	77±12
		9	35±6	56±7	73±6
		12	29±16	41±12	71±6
	35	3	35±6	68±11	72±8
		6	45±14	61±8	79±2
		9	9±5	25±13	29±27
		12	8±4	11±2	24±11
	45	3	4±4	20±8	27±6
		6	0	0	7±2
		9	0	0	0
		12	0	0	0
55	3	0	0	0	
	6	0	0	0	
	9	0	1±2	0	
	12	0	0	0	

¹⁾Values are mean±SD.

용하여 35°C에서 3~6시간 침지시킨 대두의 발아율이 61~68%로 무침지 대두의 63%보다 비슷하거나 양호하였으나 침지시간이 6시간을 넘어서면서부터 25% 이하로 급감하였다. 발아관찰 마지막날인 삼일째의 발아율은 무침지 대두가 93%로 거의 대부분의 대두가 발아하였고, 발아 이틀까지 비교적 양호한 발아율을 보였던 자몽씨 추출물과 vitagen 용액을 사용하여 35°C에서 3~6시간 동안 침지시킨 대두의 발아율이 67~79%로 침지 대두 중에서는 가장 높은 발아율을 보였지만, 무침지 대두의 발아율보다는 낮았다. 이와 같

이 대두의 침지시 발아율이 저하되는 것은 15°C~30°C의 물에서 1~4시간 침지시 발아율이 89%에서 66%로 침지시간에 반비례한다는 결과(14)와 유사하였으며, 이러한 발아율의 저하는 발아시 고온 또는 과침지에 의한 영양분의 용출로 인하여 발아율 및 발아세가 감소된 것이라고 하였다(14). 침지액에 따른 발아율은 vitagen용액, 자몽씨 추출물, 멸균수, AS5용액 순이었다. 침지액의 종류에 상관없이 45°C에서 6시간 이상 침지한 대두의 발아율은 10%를 넘지 못하였고, 55°C에서 침지한 대두에서는 발아가 거의 발생하지 않아 45°C 이상의 온도에서 침지시에는 고온에 의한 열충격으로 대두의 발아가 이루어지지 않음을 볼 수 있었다. 또한 25°C와 35°C에서 침지한 대두의 발아율도 일반적으로 침지시간에 반비례함을 볼 수 있었다.

요 약

다양한 조건으로 대두를 침지하여 대두 발아시 미생물에 의한 오염을 최대한 방지하고 발아율을 높이는 조건을 검토하기 위해 대두를 멸균수, 0.1%의 자몽씨 추출물과 0.1%의 비타민 B₁ 유도체(AS5, vitagen)용액 등에 25°C, 35°C, 45°C, 55°C에서 3~12시간 동안 침지시킨 후 25°C, 상대습도 95%의 조건에서 3일 동안 발아시키며 발아율을 관찰하였다. 침지전 대두의 일반 미생물수는 6.0×10⁵ CFU/g, 대장균군은 3.0×10⁵ CFU/g이었고, 대부분의 침지조건에서 미생물 오염 정도는 감소하였다. 침지 대두의 발아율은 침지시간이 길어질수록 미침지 대두보다 발아율이 떨어졌고 45°C이상에서는 급격히 떨어져 55°C에서는 발아가 거의 일어나지 않음이 관찰되었다. 대두의 발아율은 침지용액의 종류와 침지시간 및 온도에 의해 영향을 받았으며, 대두의 미생물 오염 감소와 초기발아를 유도를 위한 최적 조건은 자몽씨 추출물을 사용하여 35°C에서 6시간 침지시켰을 때였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단에서 시행한 특정기초연구사업(R01-2004-000-10740-0)의 지원으로 수행한 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim WJ. 2006. *Soy: health and utilization*. Hyoil, Seoul, p 49-50.
2. Chu YH, Park JH, Yun SG, Kim YH, Kim SM, Jung KW. 2002. Seed characteristics of domestic breeding varieties in black soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Kor J Intl Agri* 14: 252-259.
3. Kim JS, Kim JG, Kim WJ. 2004. Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *J Food Sci Technol* 36: 294-298.
4. Lee YH, Jung HO, Rhee CO. 1987. Solids loss with water uptake during soaking of soybeans. *J Food Sci Technol* 19: 492-498.
5. Choi HD, Kim SS, Kim SR, Lee BY. 2000. Effect of irrigating solutions on growth and rot of soybean sprouts. *J Food Sci Technol* 32: 1122-1127.
6. Kim SD, Kim ID, Kim MK, Lee SK, Min KS. 1997. Effect of ozonic water on the growth and putrefaction of soybean sprouts. *J Food Sci Technol* 9: 181-186.
7. Park WP, Cho SH, Lee DS. 1998. Effect of grapefruit seed extract and ascorbic acid on the spoilage microorganisms and keeping quality of soybean sprouts. *J Kor Soc Food Sci Nutr* 27: 1086-1093.
8. Choi HD, Kim SS, Kim KT, Lee JY, Park WM. 2000. Effect of presoaking treatments on growth and rot of soybean sprouts. *J Food Sci Technol* 32: 584-589.
9. Kim WJ, Shin ES, Kim CK, Yang CB. 1985. Factors affecting hydration rate of black soybeans. *J Food Sci Technol* 17: 41-44.
10. Kim DY, Suh IS, Rhee CO. 1988. Effect of temperature on the water uptake during soaking of soybeans. *J Kor Agric Chem Soc* 31: 46-51.
11. Cho KH, Park SK. 2005. Antibacterial effects on *Bacillus Strearothermophilus* by adding natural grapefruit seed extracts in soymilk. *J Kor Ind Eng Chem* 16: 139-143.
12. Reagor L, Gusman J, McCoy L, Carino E, Hegggers JP. 2002. The effectiveness of processed grapefruit-seed extract as an antibacterial agent: I. An in vitro agar assay. *J Altern Complement Med* 8: 325-332.
13. Hegggers JP, Cottingham J, Gusman J, Reagor L, McCoy L, Carino E, Cox R, Zhao JG. 2002. The effectiveness of processed grapefruit-seed extract as an antibacterial agent: II. Mechanism of action and in vitro toxicity. *J Altern Complement Med* 8: 333-340.
14. Bae KG, Nam SW, Kim KN, Shin SJ, Whang YH. 2002. Water uptake and germination of soybean seed as affected by soaking condition. *Kor J Crop Sci* 47: 244-249.

(2006년 8월 14일 접수; 2006년 9월 13일 채택)