

콩나물 재배중 유리당과 Lipoxygenase Activity의 변화 및 아들에 미치는 키토산 처리의 영향

이유석 · 이종욱

전남대학교 식품공학과

Changes of Free Sugars, Lipoxygenase Activity and Effects of Chitosan Treatment during Cultivation of Soybean Sprouts

You-Seok Lee and Chong-Ouk Rhee

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University

Abstract

Changes of free sugars, lipoxygenase activity and effects of chitosan treatment were analyzed during cultivation of soybean sprout. Free sugars (sucrose, raffinose and stachyose) were more rapidly decomposed in the cotyledon of soybean sprout. Contents of sucrose and raffinose in control group were decreased more rapidly than those of chitosan treated soybean sprouts (CTSS). But the decreasing rate of stachyose was higher in the CTSS. In the hypocotyl, 82% of L-2/3 activity were decreased, whereas 42% of the activity were decreased in the cotyledon after 132 hours of germination. The effect of chitosan treatment on the lipoxygenase activity was more effective on L-2/3 isozyme than L-1. After the germination period of 132 hours, L-2/3 activity of control group was 82.7 unit/mg and that of CTSS was 56 unit/mg.

Key words: soybean sprout, free sugars, lipoxygenase activity, chitosan

서 론

콩나물은 제절에 관계없이 단시일 내에 재배할 수 있고, 비교적 재배 방법이 용이하여 예로부터 우리의 식생활과 밀접한 관계를 가져온 식품이다. 콩나물의 상품적 가치를 증대시키기 위해 그 동안 많은 연구가 진행되어 왔는데 주로 비타민을 비롯한 화학성분의 변화와 발아기간 중 대사의 변화, 첨가물 처리를 하거나 빛을 조사한 후의 변화 등 대사 중심의 연구와^(1,2) 원료 콩의 품종, 저장상태, 재배조건이 콩나물 생장을 및 발아율에 미치는 영향에 관한 연구^(3~7)가 이루어져 왔다.

한편, 대두를 비롯한 두류제품은 각종 영양저해요소와 풍미 저하를 일으킬 수 있는 여러 인자들을 함유하고 있다. 그 중 식물체에 광범위하게 분포되어 있고 특히 콩과식물의 종자류에 각각 1~4% 정도 함유되어 있는 raffinose, stachyose는⁽⁸⁾ 인체 내에서 소화, 흡수가 잘

되지 않고 장내에 있는 각종 세균들에 의해서 발효되어 가스의 형성과 복통 등을 가져오기 때문에 두류제품의 가공시 이들을 제거하는 방법의 개발에 관심이 모아지고 있다^(9,10). 또한 두류를 이용한 가공식품을 제조하는데 있어 off-flavor 형성에 주요원인 물질이 되는 lipoxygenase (linoleate : oxygen oxidoreductase EC 1. 13. 11. 12)는 식물계에 널리 분포되어 있으며 lipoxygenase -1 (L-1), -2 (L-2) 및 -3 (L-3)의 isoenzyme들이 있다⁽¹²⁾. 이들 효소에 대한 많은 연구가 수행되어졌는데, 배추를 절이는 과정 중 소금농도에 따른 lipoxygenase의 실활 정도, 대두의 데치기와 발아가 두유의 품질에 미치는 영향, 감자 lipoxygenase가 밀가루 반죽의 지질분포, 지방산 조성, 카로테노이드 및 색소 등의 화학적 성분변화에 미치는 영향 등^(13~15)이 연구되었다.

키텐은 물, 각종 유기용매, 물은 산 및 알칼리에 불용성인 흰색의 결정형 혹은 무정형의 polymer로 N-acetyl-glucosamine이 직쇄상으로 β -1,4 결합한 화합물이며, 이러한 키텐을 탈아세틸화하여 얻어지는 키토산은 천연 다당류 중 유일하게 염기적 특성을 갖고 있는 물질이다^(16,17). 최근 키텐과 키토산의 이용에 관한

Corresponding author: Chong-Ouk Rhee, Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, 300 Yongbong-Dong, Kwangju 500-757, Korea

다양한 연구가 진행되고 있으며 저분자량 키토산을 물김치, 배추김치, 두부등에 첨가한 결과 이들 제품의 저장 수명을 어느정도 연장시킬 수 있다고 보고하는 등 식품첨가물로서의 키틴계 유도물질의 밝은 이용전망을 보여주고 있다⁽⁸⁻¹⁰⁾.

본 연구에서는 콩나물 재배 과정 중 자엽과 배축에서의 유리당 함량과 lipoxygenase 활성의 변화를 살펴보았고, 재배 과정 중 키토산 처리가 이들에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

콩나물 콩은 전라남도 농촌진흥원에서 익산콩(1997년산)을 제공받고, 시중에서 콩나물용 콩으로 널리 쓰이는 준저리콩(나주산)을 구입하여 냉장실(4~6°C)에 보관하며 실험에 사용하였다.

콩나물 재배

선별한 시료 200 g을 1 L의 물($20\pm1^{\circ}\text{C}$)에 12시간 침지 후 콩나물 자동재배기(가나안그린컬처, 한국)에 정착한 다음 암실($20\pm1^{\circ}\text{C}$)에서 매 시간마다 5분 동안 수주하여 5일 동안 재배하였다. 키토산은 분자량이 40만이고, 털아세틸화도는 86%인 것으로 금호화성에서 공급받아 사용하였다. 키토산용액의 처리는 0.25% acetic acid에 용해한 1% chitosan 용액에 선별한 시료 200 g을 1시간 수화시킨 후 표면의 물기를 제거하고 11시간 동안 물에 침지한 후 대조구와 같은 방법으로 재배하였다.

유리당 정량

시료를 매일 채취하여 자엽과 배축으로 나누어 동결건조하여 냉동고에 보관하면서 유리당 분석용 시료로 사용하였다. 시료의 조제는 Liu 등⁽²⁰⁾의 방법을 변형하여 시료 5 g을 취하여 80°C 수육조에서 2시간 동안 메탄올 50 mL로 추출하여 Whatman No.1 여과지로 여과하고 그 여액을 진공 농축하였다. 농축액에 50 mL의 물과 30 mL의 ethyl ether을 가한 후 분획여두를 이용하여 물 충만 취하고 다시 30 mL의 n-butanol을 가하여 분획하였다. 다시 물 충만 취하여 80% ethanol을 가하고 이를 진공농축하였으며 농축액을 10 mL의 중류수에 녹여 $0.45 \mu\text{m}$ membrane filter로 여과하고 그 여액을 Table 1과 같은 조건하에 HPLC로 분석하였다. 대두에 많이 함유되어 있는 glucose, fructose, sucrose, raffinose, 그리고 stachyose (Sigma Chemical Co., St.

Table 1. The operating conditions of HPLC for the analysis of free sugars

Detector	RI
Column	High Performance Carbohydrate Column
Mobile phase	$\text{CH}_3\text{CN}-\text{H}_2\text{O}$ (72:28, v/v)
Flow rate	0.7 mL/min
Injection volume	10 μL
Column temp.	35°C

Louis)의 표준품을 HPLC에 주입하여 얻어진 peak의 retention time과 peak area로써 시료의 당 함량을 정량하였다.

조효소액의 조제

시료를 매일 채취하여 자엽, 배축으로 나누어 Momma 등⁽²¹⁾의 방법에 따라 시료 3 g에 0.05 M phosphate buffer (pH 7.0) 25 mL를 가하여 15,000 rpm (Model Nissei AM Homogenizer, Nihonseiki Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)으로 3분간 마쇄한 후 가제(4점)로 여과한 액을 원심분리기(Model J2-21 Centrifuge, Beckman Instruments Ltd., England)로 4°C 에서 $20,000\times g$ 로 15분간 원심분리 후 그 상정액을 취하여 조효소액으로 사용하였다.

기질의 조제

L-1 활성 측정용 기질로는 10 mM linoleic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis)/0.2 M Tris-HCl buffer (pH 9.0)을 회석하여 사용하였고 L-2/3 활성 측정용 기질로는 10 mM linoleic acid/0.2 M phosphate buffer (pH 7.0)를 회석하여 사용하였다. L-1 활성측정용 기질조제를 위해 70 mg의 linoleic acid를 침량한 후, 여기에 동량의 Tween 20을 가하였다. 초음파(Bransonic Cleaner, Model B-221, Branson Cleaning Equipment Company, Sheiton, U.S.A)로 균질화 시키면서 0.2 M Tris-HCl buffer (pH 9.0) 25 mL를 다섯 번에 나누어 기포가 생기지 않도록 조심스럽게 가하였다. 균질화된 기질을 vial에 1 mL씩 취해 질소 충진하여 냉동($-18\sim-20^{\circ}\text{C}$) 보관하며 사용하였다. L-2/3 활성 측정용 기질의 조제는 0.2 M Tris-HCl buffer (pH 9.0) 대신 0.2 M phosphate buffer (pH 7.0)을 사용하여 위와 같은 방법으로 조제하였다^(21,22).

비색법에 의한 효소활성의 측정

큐벳에 50배 회석한 기질 2.9 mL와 30배 회석한 조효소액 0.1 mL를 넣고 효소반응에 의해 생성된 과산화물을 234 nm (Model V-550, Jasco Co., Japan)에서

흡광도 변화를 측정하였으며 이때 측정 온도를 25°C로 하였다. 대조구는 큐벳에 기질 2.9 mL와 buffer 0.1 mL를 추가 한 것으로 하였으며 분당 0.001의 흡광도 증가를 1 unit로 하였다⁽¹¹⁾.

결과 및 고찰

Sucrose 함량 변화

콩나물 재배 과정 중 sucrose 함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 재배 0일째 자엽의 sucrose 함량은 콩나물 전물량 100 g 중 4.50 g이 함유되어 있었으나 재배 3일째 1.32 g으로 71% 감소하였으며 배축은 0.22 g에서 0.09 g으로 59% 감소하였다.

재배 초기(0일과 1일 사이)에 sucrose 함량이 증가하는 것은 raffinose와 stachyose의 분해에 의해 생성된 분해산물의 증가에 의한 것으로 보이며 그 이후의 감소는 sucrose가 단당류로 분해되기 때문인 것으로 생각된다⁽²³⁾. Abrahamsen 등⁽²⁴⁾에 따르면 sucrose가 stachyose의 분해 산물이므로 sucrose의 축적은 stachyose의 빠른 대사작용에 기인하는 것이며, 이러한 것은 배축부에서 0~1일 사이에 sucrose의 증가를 설명할 수 있다고 하였다.

Raffinose 함량 변화

콩나물 재배 과정 중 raffinose의 함량변화는 Fig. 2와 같다. 재배 0일째 자엽의 raffinose 함량은 0.71 g이었으나 재배 2일째 0.21 g으로 초기 함량의 70%까지 급격히 감소하다 그 이후에는 감소가 완만하게 진행되었다. 4일 후에는 자엽에서는 0.15 g이 남아 있었다

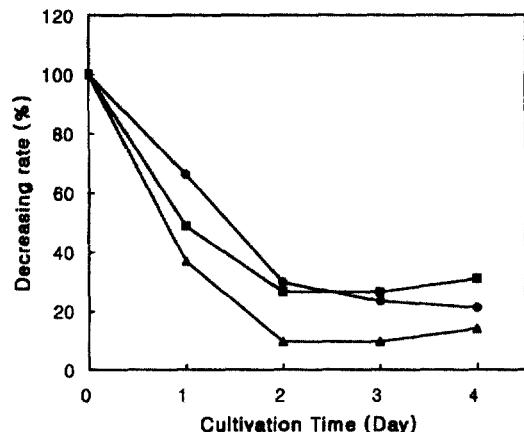


Fig. 2. Changes of raffinose contents in the soybean sprout (joonjul) during cultivation. ●—●: cotyledon, ■—■: hypocotyl, ▲—▲: whole soybean sprout

으며, 원료 콩에 비해 약 20%의 raffinose가 남아 있는 것으로 나타났다.

배축의 raffinose 함량 또한 자엽과 유사한 경향을 보였다. 즉, 재배 1일 후 51%가 분해되었고, 재배 2일 까지 함량이 급격하게 감소하여 74%까지 분해되었으며 그 이후로는 분해속도가 느렸다.

Stachyose 함량 변화

콩나물 재배 과정 중 각 부위별 stachyose 함량 변화는 Fig. 3과 같다. Stachyose의 분해는 raffinose의 분해와 비슷한 양상을 보였다. 즉, stachyose의 초기 분해 속도가 배축에서 더 빠르게 진행되었다. 재배 1일 동안 배축에서는 약 53%가 분해되었고, 자엽에서는 약

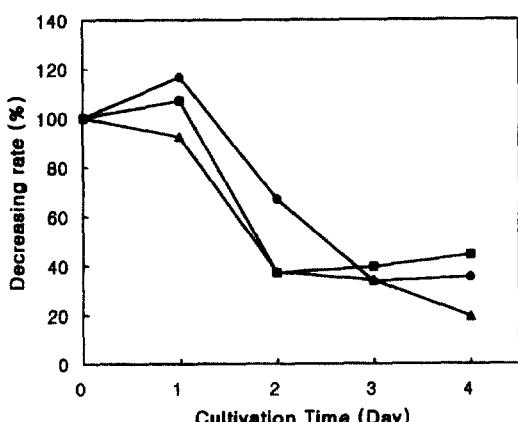


Fig. 1. Changes of sucrose contents in the soybean sprout (joonjul) during cultivation. ●—●: cotyledon, ■—■: hypocotyl, ▲—▲: whole soybean sprout

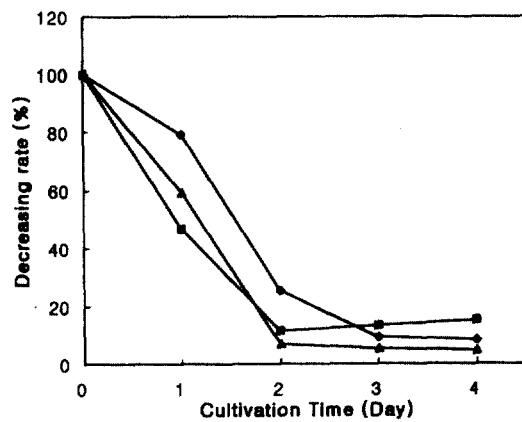


Fig. 3. Changes of stachyose contents in the soybean sprout (joonjul) during cultivation. ●—●: cotyledon, ■—■: hypocotyl, ▲—▲: whole soybean sprout

21%가 분해되었으며 재배 4일 후에는 자엽에서는 92% 분해되었고 배축에서는 85% 분해되었다.

이상에서와 같이 raffinose와 stachyose의 각 부위별 분해율을 비교하여 보면 배축부가 자엽보다 초기 분해율이 빠르다. 배축의 경우 재배 1일만에 raffinose와 stachyose가 각각 51%와 53% 감소한 반면 자엽의 경우 각각 34%, 21% 정도 감소하는 것으로 나타났다.

이러한 결과는 Abrahamsen 등⁽²⁴⁾의 결과와 일치하는데 자엽보다는 배축에서의 soluble carbohydrate 분해가 더 빨리 시작되었으며 자엽에서 재배 1일만에 raffinose는 50%가 감소하였지만 sucrose와 stachyose의 감소는 아주 미미하였고 배축에서는 재배 0일과 1일 사이에 stachyose, raffinose는 많은 양이 감소하였지만 sucrose 함량은 증가하였다고 하였다. East 등⁽²⁵⁾의 보고에 따르면 sucrose는 처음에는 별다른 변화가 없다가 감소하고 stachyose와 raffinose는 빌아 초기에 급격히 감소한다고 하였다. 또한 stachyose 제거를 목적으로 할 때는 뿌리털의 성장과 곰팡이의 생장 가능성을 고려할 때 96시간 발아가 최적이라 하였다.

Hsu 등⁽²⁶⁾은 자엽과 배축으로 나누어 탄수화물 함량 변화에 대해 연구를 하였는데 자엽에서는 raffinose와 stachyose가 빌아 3일째까지 빠른 속도로 감소하였고 이에 반해 sucrose는 3일까지 증가하다 점차 감소하는 것으로 나타났다. 또한 배축에서는 raffinose와 stachyose는 품종에 따라 다소 차이는 있으나 빌아 3~5일만에 완전히 분해되었다고 보고하였다.

이러한 결과를 보았을 때 콩나물이 성장하는데 있어 에너지 이용과 대사작용은 배축에서 먼저 일어나며 더 빠르다고 생각된다.

키토산 처리가 유리당 함량에 미치는 영향

콩나물 재배시 키토산을 처리하였을 때 당함량의 변화는 Table 2에서처럼 키토산 처리를 한 콩나물은 sucrose와 raffinose의 분해가 대조구에 비해 느리게 진행되는 반면 stachyose의 분해는 빠르게 진행되었다.

재배 4일 후 sucrose 함량은 대조구 1.13 g, 키토산 처리구 1.24 g으로 각각 초기 함량의 80.5, 78.6%가 분해되었으며, raffinose는 86.0%와 83.8%가 분해되었다. 이에 반해 재배 4일 후 stachyose는 대조구 0.22 g, 키토산 처리구 0.18 g으로 각각 초기 함량의 95.0%와 96.1%가 분해되었다. 이러한 결과는 대조구에 비해 키토산 처리구에서 빠른 속도로 stachyose가 분해되기 때문에 stachyose의 분해산물인 sucrose의 잔존량이 많다고 생각된다.

Table 2. Effect of chitosan solution treatment on the free sugars during cultivation of soybean sprout
(unit: g/100 g)

	Cultivation Time (Day)				
	0	1	2	3	4
Sucrose					
Control	5.79	5.34	2.17	1.98	1.13
Treated ¹⁾	5.79	5.37	3.04	3.00	1.24
Raffinose					
Control	1.36	0.50	0.13	0.27	0.19
Treated	1.36	0.49	0.20	0.29	0.22
Stachyose					
Control	4.63	2.75	0.32	0.25	0.22
Treated	4.63	2.15	0.23	0.19	0.18

¹⁾One gram of chitosan was dissolved in 100 mL of 0.25% acetic acid.

L-1 activity의 변화

콩나물 재배 과정 중 배축과 자엽의 L-1 activity 변화는 Fig. 4와 같다. 12시간 침지 후 배축의 L-1 활성은 2525 unit/mg, 자엽은 1207 unit/mg으로 배축의 활성이 높았다. 그러나 발아 24시간 후에는 자엽의 활성이 2072 unit/mg으로 높아졌고 이 시간 이후 활성은 감소하였다. 재배 과정 중 L-1 활성의 감소는 자엽보다는 배축에서 빠르게 진행되었다. 배축에서는 발아 60시간 이후 활성이 263 unit/mg으로 12시간 침지 후 활성의 86%가 감소하였으나 자엽에서는 1319 unit/mg으로 12시간 침지 후 활성의 48%가 감소하였다.

L-2/3 activity의 변화

콩나물 재배 과정 중 배축, 자엽의 L-2/3 activity 변화

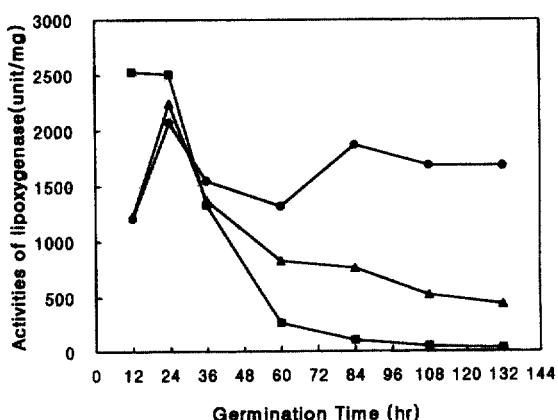


Fig. 4. Changes of lipoxygenase activity (L-1) in the soybean sprout (iksan) during germination. ●—●: cotyledon, ■—■: hypocotyl, ▲—▲: whole soybean sprout

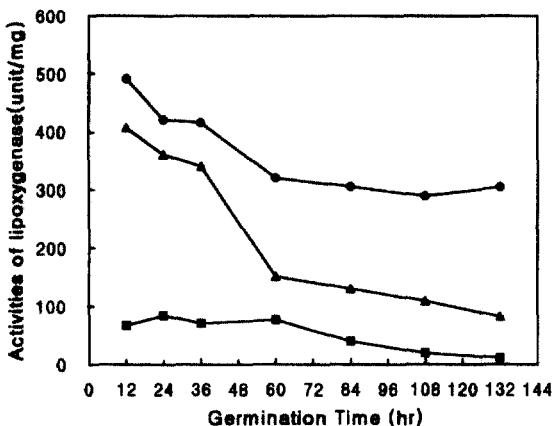


Fig. 5. Changes of lipoxygenase activity (L-2/3) in the soybean sprout (Iksan) during germination. ●—●: cotyledon, ■—■: hypocotyl, ▲—▲: whole soybean sprout

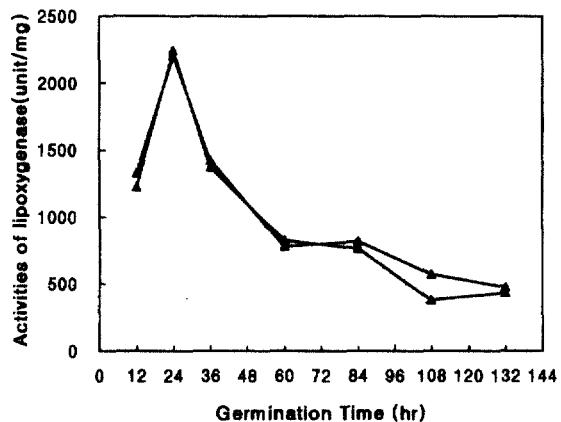


Fig. 6. Effect of chitosan solution treatment on lipoxygenase activity (L-1) of soybean sprout (Iksan) during germination. ▲—▲: whole soybean sprout (control), △—△: whole soybean sprout (treated with chitosan)

화는 Fig. 5와 같다. L-2/3 activity는 L-1의 activity보다 낮게 나타났으며 이것은 남 등⁽³⁾의 결과와 같았다. 또한 12시간 침지 후 자엽의 L-2/3 activity는 492 unit/mg, 배축의 L-2/3 activity는 67 unit/mg으로 배축보다는 자엽에서의 활성이 높았다. 발아 132시간 후에는 자엽과 배축의 L-2/3 activity가 각각 287 unit/mg, 12 unit/mg으로 초기 activity의 42%, 82%가 감소되었다.

신⁽²⁷⁾에 의하면 자엽부의 lipoxygenase activity 변화는 발아 2일째에 최고에 달하였다가 그 후부터는 계속적으로 급속히 감소하였으며 배축부에서는 2일째에 최저에 달하였다가 그 후부터는 서서히 증가되었다고 하였다. 본 실험에서는 L-1과 L-2/3로 나누어 각각의 isoenzyme에 일맞은 조건으로 활성도를 측정하였지만 신⁽²⁷⁾의 경우는 isoenzyme의 구분을 하지 않았기 때문에 본 실험과 차이를 보이는 것으로 생각된다. 또한 발아 초기에 lipoxygenase activity가 최고에 달한 것은 대두가 물을 흡수하여 흐소와 기질을 결합하여 줌으로써 그 작용이 개시됨에 따라 activity가 최고에 달하는 것이라 하였다. 오 등⁽²⁸⁾은 대두 lipoxygenase activity는 발아과정 중 감소하며, 콩나물 자엽보다는 배축에서 L-1과 L-2/3 activity가 크게 낮았다고 보고하였는데 이는 본 실험의 결과와 일치한다.

키토산 처리가 lipoxygenase activity에 미치는 영향
콩나물 재배 과정 중 lipoxygenase activity에 대한 키토산 처리의 영향은 Fig. 6, 7과 같다. 대조구의 경우 12시간 발아 후 L-1 activity는 1225 unit/mg이며 키토산을 처리한 경우 1327 unit/mg으로 약간 높았으며, 132시간 발아 후에는 대조구가 435 unit/mg, 키토산

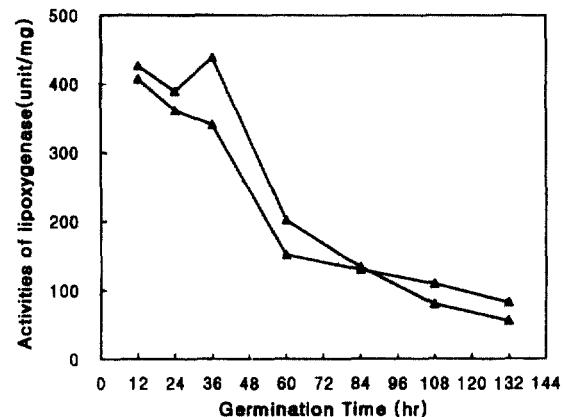


Fig. 7. Effect of chitosan solution treatment on lipoxygenase activity (L-2/3) of soybean sprout (Iksan) during germination. ▲—▲: whole soybean sprout (control), △—△: whole soybean sprout (treated with chitosan)

처리구 477 unit/mg으로 65% 정도 활성이 떨어졌다. L-2/3 activity는 12시간 발아 후 대조구 407 unit/mg, 키토산 처리구 426 unit/mg으로 키토산 처리구가 활성이 높았지만 132시간 발아 후에는 대조구와 키토산 처리구가 각각 83 unit/mg, 56 unit/mg으로 낮아져서, 키토산 처리구의 경우 활성이 87% 떨어짐을 알 수 있다.

즉, 키토산 처리구는 L-1 activity 보다는 L-2/3 활성에 저해효과가 있는 것으로 나타났다. L-1 보다는 L-2/3가 대두의 off-flavor 형성과 밀접한 관련이 있기 때문에 이러한 결과는 키토산 처리가 콩나물 재배 과정 중 대두의 off-flavor 형성을 억제할 수 있는 가능성을 보여준다고 생각된다.

요 약

준저리콩, 익산콩을 사용하여 콩나물 재배 과정 중 유리당 함량변화와 lipoxygenase activity 변화를 측정하였고, 키토산 처리가 이들에 미치는 영향을 조사하였다. 재배 3일째 자엽에서 sucrose는 71% 감소하였고 배축은 59%가 감소하여 배축보다는 자엽에서 더 빠른 감소 경향을 볼 수 있었다. Raffinose와 stachyose는 재배 초기 빠른 속도로 감소하다 이 후 감소가 완만해졌으며 배축보다는 자엽에서의 분해속도가 빠르게 나타났다. 키토산을 처리하여 콩나물을 재배하였을 때 4일 후 분해되지 않은 유리당이 sucrose와 raffinose의 경우 키토산 처리구가 대조구보다 각각 9.8, 16% 정도 많이 남아 있었으나, stachyose의 경우 대조구에 18% 정도 많이 진존하였다.

Lipoxygenase activity는 L-2/3보다 L-1의 activity가 높게 나타났으며, 24시간 침지후 자엽의 L-1 activity가 1207 unit/mg에서 2072 unit/mg으로 높아졌으나 발아가 진행되면서 activity는 감소하였다. L-2/3의 activity는 재배 초기에 자엽에서 492 unit/mg, 배축에서 67 unit/mg이었으나, 재배 5일 후에는 자엽과 배축의 activity가 42, 82% 각각 감소하였다. 키토산 처리가 lipoxygenase activity에 미치는 영향을 보면 off-flavor 형성과 밀접한 관련이 있는 L-2/3 activity가 재배 5일 후 대조구 83 unit/mg, 키토산 처리구 56 unit/mg 으로 되어 키토산 처리구의 활성이 낮았다.

감사의 글

이 논문은 1997년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 현

- Suh, S.K., Kim, H.S., Jo, S.K., Oh, Y.J., Kim, S.D. and Jang, Y.S.: Effect of different cultural conditions on growing characteristics of soybean sprouts (in Korean). *Korea Soybean Digest*, 12(1), 75-84 (1995)
- Nam, S.S.: Changes in general composition, lipoxygenase activities and volatile compounds of soybean sprouts during germination. *Ph.D. Thesis*, Chungang Univ., Seoul, Korea (1993)
- Kim, W.J., Kim, N.M. and Sung, H.S.: Effect of germination on phytic acid and soluble minerals in soymilk (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(3), 358-362 (1984)
- Kim, K.H.: The growing characteristics and proximate

composition of soybean sprouts (in Korean). *Korea Soybean Digest*, 9(2), 27-30 (1992)

- Kim, D.H., Choi, H.S. and Kim, W.J.: Comparison study of germination and cooking rate of several soybean varieties (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22(1), 94-98 (1990)
- Kim, C.J. and Park, J.S.: Varietal differences among soybean sprouts during germination and maturation (in Korean). *Korea Soybean Digest*, 13(1), 55-61 (1996)
- Shin, D.H. and Choi, U.: Comparison of growth characteristic of soybean sprouts cultivated by three methods (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(2), 240-245 (1996)
- Sosulski, F.W., Elkowicz, L. and Reichert, R.D.: Oligosaccharides in eleven legumes and their air-classified protein and starch fractions. *J. Food Sci.*, 47, 498-502 (1982)
- Jood, S., Mehta, U., Singh, R. and Bhat, C.M.: Effect of processing on flatus producing factors in legumes. *J. Agric. Food Chem.*, 33, 268-271 (1985)
- Kim, D.M., Baek, H.H. and Kim, K.H.: The contents of antinutritional factors and lipoxygenase activity of the recommended soybean varieties (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22(4), 393-397 (1990)
- Choi, Y.B., Kim, K.S., Lee, K.H. and Sohn, H.S.: Development of soy oligosaccharides (in Korean). *Korea Soybean Digest*, 12(1), 68-74 (1995)
- Hildebrand, D.F., Hamilton-Kemp, T.R., Loughrin, J.H., Ali, K. and Andersen, R.A.: Lipoxygenase 3 reduces hexanal production from soybean seed homogenate. *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1934-1936 (1990)
- Kim, D.K., Han, K.Y. and Noh, B.S.: Change of lipoxygenase activity in chinese cabbages submerged in brines (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29(3), 576-580 (1997)
- Ha, S.D., Kim, S.S., Park, C.S. and Kim, B.M.: Effect of blanching and germination of soybeans on the quality of soymilk (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23(4), 485-489 (1991)
- Moon, J.W. and Suh, M.J.: The effect of potato lipoxygenase on the change of lipid distribution, fatty acid composition, carotenoids content and color value in wheat flour dough (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(3), 290-293 (1995)
- Lee, W.J., Han, B.K., Park, I.H., Park, S.H., Oh, H.I. and Jo, D.H.: Effects of reaction temperature, time and particle size on the physicochemical properties of chitosans (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(6), 997-1002 (1995)
- Byun, H.G., Kang, O.J. and Kim, S.K.: Synthesis of the derivatives of chitin and chitosan and their physicochemical properties (in Korean). *J. Kor. Agri. Chem. Soc.*, 35(4), 265-271 (1992)
- Kim, K.O., Moon, H.A. and Jeon, D.W.: The effect of low molecular weight chitosans on the characteristics of kimchi during fermentation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27(3), 420-427 (1995)
- Chun, K.H., Kim, B.Y., Son, T.I. and Nahm, Y.T.: The extension of tofu shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution (in Korean). *Korean J.*

- Food Sci. Technol.*, 29(3), 476-481 (1997)
- 20. Liu, K. and Markakis, P.: Effect of maturity and processing on the trypsin inhibitor and oligosaccharides of soybean. *J. Food Sci.*, 52(1), 222-223 (1987)
 - 21. Monma, M., Sugimoto, T., Hashizume, K. and Saio, K.: Effect of several lipoxygenase inhibitors on lipoxygenase activities in soybean homogenate (in Japanese). *Nippon Shokuhin Gakkaishi*, 37(8), 625-627 (1990)
 - 22. Axelrod, B., Cheesbrough, T.M. and Laakso, S.: Lipoxygenase from soybeans. *Method in Enzymology*, 71, 441-451 (1981)
 - 23. Nnanna, I.A. and Phillips, R.D.: Changes in oligosaccharide content, enzyme activities and dry matter during controlled germination of cowpeas (*vigna unguiculata*). *J. Food Sci.*, 53(6), 1782-1786 (1988)
 - 24. Abrahamsen, M. and Sudia, T. W.: Studies on the soluble carbohydrate and carbohydrate precursors in germination soybean seed. *Am. J. Bot.*, 53(2), 108-114 (1966)
 - 25. East, J.W., Nakayama, T.O.M. and Parkwan, S.B.: Changes in stachyose, raffinose, sucrose and monosaccharides during germination of soybeans. *Crop Sci.*, 12, 7-9 (1972)
 - 26. Hsu, S.H., Hadley, H.H. and Hymowitz, T.: Changes in carbohydrate contents of germinating soybean seeds. *Crop Sci.*, 13, 407-410 (1973)
 - 27. Shin, H.S.: Studies on the lipid metabolism of soybean during its germination. Part 2. Changes on lipoxygenase activity and fatty acid composition in soybean during germination (in Korean). *J. Kor. Agri. Chem. Soc.*, 17(4), 247-256 (1974)
 - 28. Oh, J.M., Yoon, S. and Bai, Y.H.: The effect of lipoxygenase isoenzymes on the odor and taste of soybean sprouts during cooking (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci.*, 4(2), 57-64 (1988)

(1998년 9월 5일 접수)