

양파김치 추출물 투여가 Streptozotocin 유발 당뇨병 흰쥐의 혈당강하 및 혈중지질 함량에 미치는 영향

양아여¹ · 김학렬² · 박양균^{1*}

¹목포대학교 식품공학과, 식품산업지역혁신센터

²목포대학교 식품공학과, 천일염 및 염생식물산업화사업단

Effects of Onion Kimchi Extract Supplementation on Blood Glucose and Serum Lipid Contents in Streptozotocin-induced Diabetic Rats

Ya-Ru Yang¹, Hag-Lyeol Kim², and Yang-Kyun Park^{1*}

¹Dept. of Food Engineering and Regional Food Industrial Innovation Center (RIC), and

²Dept. of Food Engineering and Solar Salt and Halophyte R&D Center (SSHC),
Mokpo National University, Jeonnam 534-729, Korea

Abstract

The purpose of this study was carried out to examine the effects of onion kimchi extract supplementation on blood glucose level and serum lipid components in streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats for 4 weeks. STZ was administered as a single dose (50 mg/kg BW) to induce diabetes, and the diabetic rats were divided into eight groups (normal, diabetic control, and six treatment groups). The dose of onion kimchi extract 100 (OK-100), 200 (OK-200), and 400 (OK-400) mg/kg/day or quercetin as a main compound of onion 5 (Q-5), 10 (Q-10), and 20 (Q-20) mg/kg/day were orally administered daily to STZ-induced diabetic rats for 4 weeks after STZ injection. The diabetic control rats (465.6 mg/dL) showed significantly higher blood glucose level than the normal rats (76.3 mg/dL) after 4 weeks, but was significantly reduced with onion kimchi extract and quercetin supplementation ($p < 0.001$). Changes in body weight, kidney weight and urine volume were not significantly different in diabetic control rats, and in onion kimchi extract and quercetin treated rats. The serum total cholesterol levels of control were significantly decreased in onion kimchi extract and quercetin supplementation groups, respectively ($p < 0.001$). The blood urea nitrogen level and urinary protein excretion in diabetic rats were not significant different among the groups. These results suggest that onion kimchi extract supplementation in STZ-induced diabetic rats may be a very important factor for the reduction of blood glucose and serum cholesterol profiles.

Key words: onion kimchi extract, quercetin, diabetic rats, blood glucose, serum lipid profiles

서 론

양파는 백합과에 속하는 다년초로서 동서양을 막론하고 다양한 요리에 향신료로 사용되는 채소이다. 민간에서는 양파가 스테미너 식품으로 정력을 좋게 하고 신진대사를 높여 주며 장에서 소화효소의 작용을 돕고 모세혈관을 보호하여 혈액순환을 좋게 할 뿐 아니라 혈압이나 동맥경화증을 예방하고 콩팥의 기능을 증진시키는 이노제로서 널리 애용되어 왔다(1,2). 양파에 함유된 생리활성 성분으로는 flavonoid계 성분인 quercetin, quercitrin, rutin 등이 함유되어 있고, 유효 화합물인 allyl propyl disulfide, diallyl disulfide 등이 함유되어 있으며, 항산화작용(3), 발암물질의 활성감소(4), 암세포의 효소저해작용(5,6), 항균작용(7,8), 중금속의 해독작용(9),

사염화탄소 독성의 완화작용(10), 과산화지질 생성의 억제 작용(11) 등이 보고되어 있다. 지금까지 보고된 4,000종 이상의 flavonoid 물질 중 quercetin은 식물성 식품에 함유된 양이나 섭취되는 양으로 보아 flavonoid의 대표적 물질로서 인정받고 있다. 높은 함량의 quercetin이 차, 사과, 양파에서 발견되며(12-14), 서양인의 하루 quercetin에 대한 평균 섭취량은 대략 16 mg 정도가 될 것으로 추산되고 있다(12).

김치는 한국의 전통적인 발효식품으로서 다양한 재료를 사용하고 복잡한 발효과정을 거쳐 각종 영양성분과 유산균, 비타민 C, β -카로틴, 후라보노이드, 클로로필 성분이 풍부하게 함유되어 있다. 뿐만 아니라 소화증진, 변비예방, 항돌연변이 효과, 장내유해균들의 생장억제와 약리작용을 나타내는 기능성 성분들이 함유되어 있어 더욱 각광을 받고 있는

*Corresponding author. E-mail: ykpark@mokpo.ac.kr
Phone: 82-61-450-2422, Fax: 82-61-454-1521

며, 동물성 식품 섭취 위주의 식단에 비해 탁월한 기능이 있어서 국내에서도 갈수록 김치수요가 증가하고 있다(15). 한편, 양파김치는 전남 서남부지역에서 상용되는 독특한 식품이나 주로 여름철에만 식용되고 기타 계절에는 거의 식용되지 않고 있다. 양파김치는 일반 김치에 비해 숙성시기가 빠른 반면에 적절한 맛을 유지하는 기간이 짧아 상품화하는데 문제가 있었을 것으로 생각된다. 한국의 김치는 세계적으로 잘 알려져 있으므로 양파김치를 이용한 가공식품은 소비자의 많은 관심을 창출해낼 것으로 기대된다.

당뇨병은 체내의 인슐린 생성의 부족이나 그 작용이 불충분하여 대사조절 기능의 이상으로 발생하는 진행성 질환이다. 통계청의 발표에 따르면 2006년도 사망원인통계(16)를 보면 인구 10만명당 당뇨병이 23.7명으로 4번째를 차지했으며, 사망원인으로 지난 10년 동안 암 질환 다음으로 많이 증가하였다. 또한 과식, 운동부족, 음주, 흡연 및 비만 등 잘못된 생활습관은 주요한 위험요인으로 알려져 있다. 당뇨병의 만성 합병증으로는 당뇨병성 망막증, 당뇨병성 신증, 당뇨병성 말초신경증, 고혈압, 당뇨병성 동맥경화증 등이 있으며, 당뇨병 환자의 가속화된 동맥경화에 기인한 심혈관 합병증은 중요한 사회적 문제로 대두되고 있다. 그러나 당뇨병에 있어 동맥경화증과 고지혈증으로부터 비롯된 혈관성 장애는 혈당조절과 지질대사의 개선을 통해 어느 정도 감소될 수 있다고 알려져 있다(17,18).

본 연구에서는 streptozotocin(STZ)으로 유도한 당뇨병 흰쥐에게 양파김치 추출물 분말을 급여하여 양파김치 추출물이 혈당 및 지질 성분에 미치는 영향을 조사함으로써 새로운 건강 기능성 양파김치 가공식품의 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

양파는 천주황 품종으로 전남 서남부채소농협에서 2005년에 수확된 양파를 구입하여 사용하였으며, 시약은 streptozotocin(Sigma, USA)과 quercetin(Sigma, USA)을 사용하였다.

양파김치 추출물 제조

양파김치 추출물의 제조과정은 Fig. 1과 같다. 양파의 비가식 부위를 자르고 껍질을 벗긴 후 2~3 mm 두께로 세절하여 각 2 kg씩 실온에서 1.3% 소금물 4 L에 2시간 침지한 후 바구니에 담아 1시간 동안 탈수시켰다. 재료 배합비율은 양파 100, 까나리 액젓 8.5, 찹쌀가루 3의 비율로 첨가하여 양파김치를 제조한 후 플라스틱 통에 각각 담아 10°C에 냉장 보관하여 20일간 발효 숙성하였다(19).

이와 같이 얻어진 양파김치를 60°C에서 15시간 건조한 후 분쇄하여 얻어진 분말에 대해 7배량의 메탄올로 환류 추출

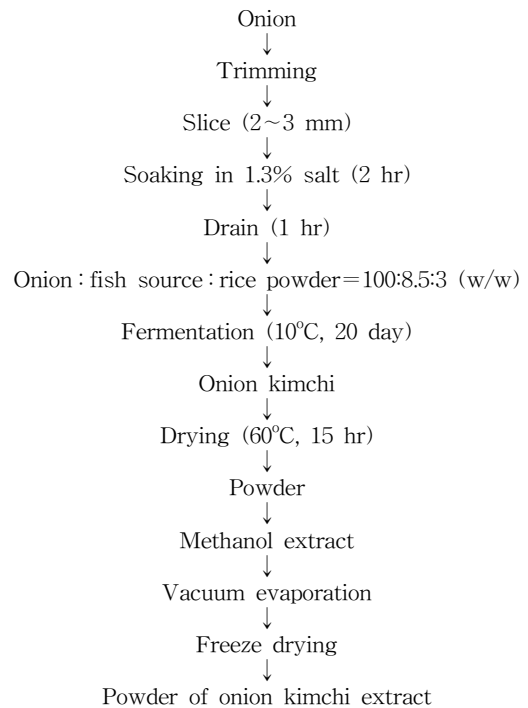


Fig. 1. Procedure of onion kimchi and its extracted powder.

하였으며, 메탄올 추출액을 여과(Whatman No. 2)한 후 여과액을 감압농축 하였다. 양파 추출물 농축액을 동결건조한 다음 분쇄하여 냉장저장하면서 양파김치 추출물 시료로 사용하였다.

실험동물의 사육 및 당뇨유도

실험동물은 중앙실험동물로부터 분양받은 생후 7.5주령 된 Wistar 흰쥐로서 일반 고형사료로 14일간 적응시킨 후 평균체중이 유사하도록 난괴법에 의해 group당 각각 7마리씩 8군으로 나누어 stainless steel bottomed cage에 4마리씩과 3마리씩 분리 사육하였다. 당뇨유도는 14일간의 적응이 끝난 흰쥐의 꼬리 정맥에 0.01 M citric acid buffer 용액(pH 4.5)에 녹인 streptozotocin을 1회 주사(50 mg/kg BW)하여 당뇨를 유발시켰으며, 정상군은 동량의 0.01 M citric acid buffer 용액(pH 4.5)을 꼬리 정맥에 주사하였다. 당뇨유도 확인은 STZ를 주사 72시간 후에 12시간 공복상태를 유지한 다음 당뇨유도 흰쥐 꼬리 정맥으로부터 채혈하여 혈당계(Arkray Inc., Japan)로 측정하였으며, 공복 시 혈당 수준이 200 mg/dL 이상일 때 당뇨병이 유도된 것으로 간주하고 실험에 이용하였다(20). 실험동물 사육실의 온도, 습도 및 채광은 각각 $20 \pm 2^\circ\text{C}$, $55 \pm 5\%$, 12시간의 명암주기로 조절하였다.

실험식이

양파김치 추출물 분말을 100, 200, 400 mg/kg/day을 투여(OK-100, 200, 400)하였고, 양파의 유효성분 중에서 다량 함유된 quercetin의 투여는 5, 10, 20 mg/kg/day의 용량(Q-5, 10, 20)으로 자외선 살균수에 용해하여 4주 동안 경구투여

하였다. 또한 정상군과 당뇨 대조군은 동량의 상기 자외선 살균수를 경구투여 하였다. 모든 실험동물은 8집단으로 구분하였으며, 4주후에 희생하여 분석에 사용하였다(21).

체중 및 혈당 측정

체중 변화는 식이 개시일을 시작으로 정상군, 당뇨대조군, 양파김치 추출물과 quercetin을 경구투여한 당뇨실험군으로 나누어 충분한 양의 사료와 물을 급여하면서 1주일에 2번씩 4주간 측정하였다. 혈당은 실험기간 동안 동일시간에 매주 한번 실험동물을 12시간 절식시킨 후 꼬리정맥에서 혈액을 채취하여 혈당계(Arkray Inc., Japan)로 측정하였다(22).

혈액시료 채취 및 분석

실험식으로 4주간 사육한 흰쥐를 12시간 절식시킨 후 경추분리에 의해 희생시키고, 심장에서 혈액을 채혈하여 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 분석 전까지 -70°C 냉동고에 보관하였다. 혈액을 채취하고 즉시 개봉한 다음 신장을 적출하여 혈액과 지방질 및 결체조직을 제거한 후 생리식염수로 세척하고 여과지에 여분의 물을 흡수시킨 후 신장의 무게를 측정하였다(23). 혈청 중성지질(triglyceride), 총 콜레스테롤(total cholesterol), 요 질소(blood urea nitrogen) 및 요의 크레아티닌(creatinine), 혈당(glucose), 요 단백(urine protein)은 임상자동 혈액분석기(Automatic blood chemistry analyzer, Vitro, Johnson & Johnson, USA)를 이용하여 측정하였다(24).

통계처리

모든 실험결과는 SPSS statistical package program (V.11.01)을 이용하여 평균과 표준오차(mean±SE)를 구하였으며, 각 집단 간 평균치 차이를 검증하기 위하여 one way-ANOVA 및 Duncan's multiple range test를 적용하였다. 결과에 대한 검증은 p<0.05 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

체중 변화

양파김치 추출물을 투여한 실험동물의 체중변화는 Table 1과 같다. 정상군의 체중은 266.9 g에서 4주 후 369.0 g으로 증가된 반면, STZ 유도 당뇨군에서는 모든 집단에서 당뇨유도 3일 후부터 급격히 체중이 감소되는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로부터 집단간 차이를 비교한 결과, 실험초기(0 week) 유의한 차이는 없었으나 실험 1주(p<0.001), 2주(p<0.001), 3주(p<0.001) 및 4주(p<0.001)에서 정상군에 비해 당뇨 유도군의 체중이 각각 유의하게 낮은 수준을 나타내었다. 결과적으로 정상군의 체중은 지속적으로 증가를 나타낸 반면, 당뇨유도군, 양파김치 추출물 투여군, quercetin 투여군의 체중은 감소(각각 p<0.001)를 나타내었으나 투여 집단간 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 Preston 등(25)이 STZ를 이용하여 당뇨를 유도시킨 흰쥐의 체중이 감소한다는 보고와 일치하는 것이다. 그러나 당뇨 유도군에서 양파김치 추출물 및 quercetin의 농도차이가 체중 변화에 영향을 미치지 못함으로써 양파김치 추출물 및 quercetin 투여가 당뇨흰쥐의 체중에 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

혈당수준 변화

당뇨를 유도한 흰쥐에 양파김치 추출물과 quercetin을 투여하여 혈당의 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 혈당 농도는 정상군에서 71.8 mg/dL이었으나 STZ 처리 후 모든 집단에서 각각 유의하게 증가되었다(p<0.001). 이러한 결과는 실험 1주후에도 유사한 결과(p<0.001)였으나, 실험 2주후에서는 대조군에 비하여 김치추출물 투여군과 quercetin 투여의 혈당이 유의적으로 감소되었다. 이러한 결과는 STZ로 유도한 당뇨흰쥐에서 양파김치 추출물 및 quercetin 투여가 증가된 혈당을 감소시킴으로써 당뇨 개선에 도움이 되었음을

Table 1. Change of body weight with onion kimchi extracts and quercetin supplementation in STZ-induced diabetic rats (unit: g)

Groups ¹⁾	Periods (weeks)				
	0	1	2	3	4
Normal	266.9±4.26 ^{2)a3)}	326.3±5.92 ^a	345.7±6.33 ^a	357.3±6.90 ^a	369.0±5.34 ^a
Control	268.9±3.24 ^a	235.0±6.94 ^b	197.9±8.49 ^b	200.3±10.2 ^b	222.4±6.99 ^b
OK-100	270.1±3.56 ^a	239.9±6.60 ^b	207.3±6.61 ^b	210.4±7.39 ^b	227.7±7.77 ^b
OK-200	269.3±2.35 ^a	237.3±5.90 ^b	210.3±6.99 ^b	213.9±9.35 ^b	232.1±8.28 ^b
OK-400	267.4±4.44 ^a	239.6±7.25 ^b	212.4±7.40 ^b	215.3±8.98 ^b	235.6±7.03 ^b
Q-5	261.6±3.46 ^a	232.0±7.54 ^b	198.3±7.95 ^b	205.9±8.81 ^b	220.9±10.3 ^b
Q-10	268.7±2.70 ^a	232.1±4.67 ^b	199.0±6.43 ^b	199.7±7.49 ^b	221.1±8.33 ^b
Q-20	267.6±3.48 ^a	238.7±2.65 ^b	205.0±2.14 ^b	206.1±4.60 ^b	229.4±3.40 ^b

¹⁾Normal: basal diet, Control: basal diet+STZ-induced diabetic rats, OK-100: basal diet+100 mg/kg extract of onion kimchi+STZ-induced diabetic rats, OK-200: basal diet+200 mg/kg extract of onion kimchi+STZ-induced diabetic rats, OK-400: basal diet+400 mg/kg extract of onion kimchi+STZ-induced diabetic rats, Q-5: basal diet+5 mg/kg quercetin+STZ-induced diabetic rats, Q-10: basal diet+10 mg/kg quercetin+STZ-induced diabetic rats, Q-20: basal diet+20 mg/kg quercetin+STZ-induced diabetic rats.

²⁾Values are mean±SE (n=7).

³⁾Means with different kind of superscripts in a same column are significantly different at p<0.05 level by method of one-way ANOVA.

Table 2. Effect of onion kimchi extracts and quercetin supplementation of blood glucose in STZ-induced diabetic rats (unit: mg/dL)

Groups ¹⁾	Periods (weeks)				
	0	1	2	3	4
Normal	71.8±3.00 ^{2)a3)}	75.1±1.86 ^a	71.7±1.52 ^a	75.7±1.52 ^a	76.3±2.10 ^a
Control	364.0±17.96 ^b	395.9±25.50 ^b	463.9±29.65 ^b	472.9±23.07 ^b	465.6±18.14 ^b
OK-100	369.0±13.65 ^b	346.1±18.81 ^b	379.4±1.31 ^c	343.1±15.85 ^c	343.4±26.24 ^c
OK-200	367.9±13.84 ^b	337.6±9.21 ^b	377.7±15.48 ^c	348.6±15.62 ^c	364.4±18.20 ^c
OK-400	362.6±8.02 ^b	353.6±10.89 ^b	354.3±13.81 ^c	373.9±16.44 ^c	355.3±19.00 ^c
Q-5	368.7±18.91 ^b	376.6±17.46 ^b	363.1±13.11 ^c	368.6±12.43 ^c	364.7±19.11 ^c
Q-10	368.1±18.97 ^b	381.3±15.38 ^b	311.7±20.71 ^c	333.2±24.95 ^c	337.1±19.27 ^c
Q-20	363.0±15.20 ^b	372.4±12.94 ^b	319.3±44.73 ^c	333.7±7.25 ^c	332.0±36.08 ^c

¹⁾The experimental conditions are the same as Table 1.

²⁾Values are mean±SE (n=7).

³⁾Means with different kind of superscripts in a same column are significantly different at p<0.05 level by method of one-way ANOVA.

의미하는 것이다. 그러나 현재 연구에서 양파김치 추출물과 quercetin의 투여 농도증가에 따른 영향은 관찰되지 않았다. 더욱이 본 연구결과는 양파김치 추출물 분말과 quercetin 투여군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타나, 양파김치 추출물 및 quercetin 투여가 농도 증가와 무관하게 혈당을 조절하는 효과가 있었음을 시사하는 것이다.

이러한 양파의 혈당저하작용은 양파 유효성분 중 휘발성분의 하나인 allyl propyl disulfide 성분에 기인한다고 보고되었다(26). 즉, allyl propyl disulfide 성분을 정상인에게 섭취시키고 1주일 동안 혈당을 비교한 결과 섭취 직후 4시간까지는 혈당변화가 거의 없었으나 혈중 인슐린이 유의하게 감소되었다고 하였으며, 양파투여 1주일까지 혈중 인슐린이 다시 정상 이상으로 증가되는 것으로부터 allyl propyl disulfide 성분이 혈중 인슐린을 길항하여 궁극적으로 insulin-sparing 작용을 함으로써 혈당저하 효과를 나타내는 것으로 설명되고 있다(26). 또한, allicin의 전구체인 S-allyl cysteine sulfoxide가 정상 및 당뇨병 쥐의 췌장 베타세포로부터 인슐린의 분비를 증가시킨다고 보고(27)된 바 있으므로 이러한 기전으로부터 양파가 항고혈당 및 혈당저하 작용이 있는 것으로 사료된다.

신장무게 변화

양파김치 추출물과 quercetin을 투여한 4주일 후 당뇨병 쥐의 소변량과 신장무게를 측정한 결과는 Table 3과 같다. 소변 배설량은 양파김치 추출물 식이 및 quercetin 투여에 따른 유의한 차이는 없었다. 정상군의 신장무게는 2.11 g인 반면, STZ 당뇨병 쥐 대조군은 2.31 g으로 약 0.2 g 정도 비대해졌으며 통계적으로 유의적인 차이가 있었다(p<0.001). 당뇨병 쥐에 양파김치 추출물을 식이한 경우는 신장무게가 2.20~2.22 g이었으며, 양파김치 추출물과 quercetin 투여구 간의 신장무게의 변화에는 영향이 없었다. 그러나 신장무게는 당뇨병 대조군에서 정상군에 비하여 유의적으로 증가하였으나 양파김치 추출물 투여군과 quercetin 투여군의 신장무게는 대조군에 비해 감소하였다(p<0.001). 이러한 결

Table 3. Effect of onion kimchi extracts and quercetin supplementation of urine volume (mL/day) and kidney weight in STZ-induced diabetic rats

Groups ¹⁾	Urine volume (mL)	Kidney weight (g)
Normal	10.3±1.50 ^{2)a3)}	2.11±0.32 ^a
Control	136.6±6.10 ^b	2.31±0.41 ^b
OK-100	131.2±8.12 ^b	2.22±0.32 ^a
OK-200	125.3±6.90 ^b	2.20±0.62 ^a
OK-400	125.0±5.74 ^b	2.22±0.56 ^a
Q-5	136.8±7.49 ^b	2.13±0.52 ^a
Q-10	122.8±3.91 ^b	2.27±0.46 ^a
Q-20	118.0±8.46 ^b	2.27±0.27 ^a
F-value	51.385	2.490

¹⁾The experimental conditions are the same as Table 1.

²⁾Values are mean±SE (n=7).

³⁾Means with different kind of superscripts in a same column are significantly different at p<0.05 level by method of one-way ANOVA.

과는 STZ에 의해 유도된 당뇨병 쥐에서 신장이 정상에 비해 비대해진다는 보고와 일치하였다(28,29). 당뇨병 쥐에 있어서 신장은 포도당이 UDP-glucose 또는 glycogen으로 대사되어 사구체내의 혈관사이세포(mesangial cells)에 축적되거나(28), pentose phosphate 경로에서 포도당의 유출과 RNA 및 DNA의 합성을 증가시킴으로써 신장의 세포분열을 촉진시켜 신장이 비대해지는 것으로 보고되고 있으며(29), 당뇨병 발 시 배설량의 증가로 신장의 부담이 커짐으로써 비대해지는 경우도 있는 것으로 생각된다. 따라서 당뇨병 쥐의 신장무게에 대한 양파김치 추출물의 영향은 미미하게 나타났지만 기능적 이상 감소에 영향을 줄 수 있음을 예측할 수 있었다.

신장기능 분석

혈중 creatinine의 함량은 신장기능을 판단하는데 중요한 지표인자로서 그 농도가 증가할수록 신장의 손상이 크다는 것을 의미한다. 따라서 실험동물의 혈중 creatinine의 함량을 측정함으로써 STZ에 의한 직접적인 신장기능의 저하와 STZ에 의해 유도된 당뇨병에 의한 이차적인 신장기능의 저하에 미치는 영향을 평가할 수 있다. 양파김치 추출물과

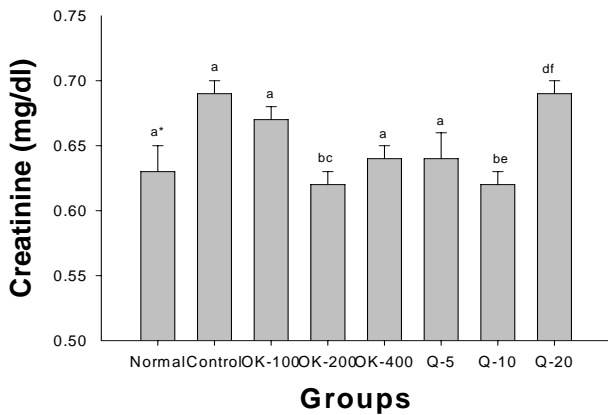


Fig. 2. Effect of onion kimchi extracts and quercetin supplementation of serum creatinine in STZ-induced diabetic rats. The experimental conditions are the same as Table 1. *Means with different kind of superscripts in a same column are significantly different at p<0.05 level by method of one-way ANOVA.

quercetin 투여에 따른 creatinine 함량의 변화는 Fig. 2와 같다. Creatinine 함량은 정상군의 경우 0.63 mg/dL인 반면 대조군에서는 0.69 mg/dL로 다소 높았으나 유의적인 증가는 아니었으며, 이러한 증가는 creatinine 농도의 정상범위에 해당하는 수준이었다(30). 다른 군에서 측정된 값은 0.62~0.69 mg/dL로 대조군과는 유의한 차이를 보이지 않았으며, 그 밖의 집단에서도 유의한 차이는 없었다. 이는 양파김치 추출물 투여 및 quercetin 투여가 STZ 투여 및 당뇨병에 의한 신장 기능의 저하로부터 보호효과를 나타내지 못한 것으로 생각된다.

양파김치 추출물을 투여한 STZ 당뇨병 흰쥐의 urine protein, glucose 및 BUN의 농도는 Table 4와 같다. 요단백의 경우 정상군에 비해 당뇨 유도군의 모든 실험집단에서 유의하게 높은 요단백이 검출되었으며, 대조군에 비해 양파김치 추출물 투여군 및 quercetin 투여군에서 유의하게 요단백 농도가 낮았다(p<0.001). 또한 양파김치 추출물 및 quercetin

의 농도증가에 따른 차이가 관찰되었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 STZ에 의해 당뇨병으로 상승된 요단백이 당뇨병도군에서 증가되는 경향을 보였으나 아직 정상수준에 도달하지 않았으므로 요단백이 검출되었다는 Lim과 Kim(31)의 보고와 일치되는 것이며, 실험기간 연장을 통해 유의적인 요단백 강하효과를 얻을 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있을 것이다. Urine glucose의 농도는 정상군에서는 검출되지 않았으나 당뇨병대조군에서 유의하게 높은 요당이 검출되었으며(p<0.001), 양파김치 추출물 및 quercetin 투여에 따른 유의한 효과는 없었다. 혈청 BUN 농도 또한 정상군에 비해 당뇨병대조군에서 유의하게 높았으며(p<0.001), 양파김치 추출물 및 quercetin 투여에 따른 유의한 효과는 없었다.

혈청 지질 함량 변화

양파김치 추출물을 투여한 STZ 당뇨병 흰쥐의 혈청 중성지방(TG)과 총 콜레스테롤(TC) 농도는 Table 5와 같다. 당뇨병 흰쥐의 혈청 중성지방 농도는 정상군에 비해 유의하게 증가되었으며, 양파김치 추출물 투여군 및 quercetin 투여군에서도 유의하게 증가된 수준을 나타내었다(p<0.001). 그러나 대조군에 비해 OK-100군을 제외한 모든 집단에서 감소되는 경향이였으며, 특히 Q-20군의 중성지방 농도는 정상군과도 유의한 차이가 없었다. 이러한 실험결과는 양파추출물 섭취가 혈중 지방농도를 감소시킨다는 다수의 보고(32-35)들과 일치하는 것이다. 즉, 양파성분이 cyclooxygenase에 관련된 효소활성을 억제하여 혈소판의 응집효과를 나타냄으로써 평활근의 수축효과를 감소시키며, prostaglandin(특히 PGE₁) 생성을 차단하여 지방조직에서 adrenaline과 glucagon의 lipolytic effect를 촉진함으로써 혈중 지방량을 낮출 뿐만 아니라 뇌졸중, 심장병이나 비만을 예방할 수 있음을 시사하는 것이다.

한편 혈청 총 콜레스테롤 농도는 정상군에 비해 대조군에서 유의하게 증가된 수준(p<0.001)이었으며, 대조군(87.0

Table 4. Effects of onion kimchi extracts and quercetin supplementation of urine protein, glucose and serum BUN in STZ-induced diabetic rats

Groups ¹⁾	Protein (g/dL)	Glucose (mg/dL)	BUN (mg/dL)
Normal	4.41±0.46 ^{2)a3)}	0 ^a	0.23±0.02 ^a
Control	32.86±5.87 ^b	12.21±0.53 ^b	0.79±0.04 ^b
OK-100	20.55±3.53 ^c	12.29±0.81 ^b	0.79±0.03 ^b
OK-200	18.91±1.46 ^c	11.26±0.94 ^b	0.79±0.04 ^b
OK-400	18.06±2.35 ^c	11.79±0.57 ^b	0.72±0.06 ^b
Q-5	20.87±2.94 ^c	10.23±1.61 ^b	0.69±0.07 ^b
Q-10	16.65±3.80 ^c	13.42±0.37 ^b	0.82±0.02 ^b
Q-20	16.65±3.80 ^c	11.29±0.84 ^b	0.80±0.03 ^b
F-value	19.180	31.831	26.129

¹⁾The experimental conditions are the same as Table 1.
²⁾Values are mean±SE (n=7).
³⁾Means with different kind of superscripts in a same column are significantly different at p<0.05 level by method of one-way ANOVA.

Table 5. Effects of onion kimchi extracts and quercetin supplementation of serum lipid profiles in STZ-induced diabetic rats

Groups ¹⁾	Total cholesterol (mg/dL)	Triglyceride (mg/dL)
Normal	63.8±2.47 ^{2)a3)}	48.0±4.93 ^a
Control	87.0±1.76 ^b	89.2±6.75 ^b
OK-100	65.2±3.20 ^{a,c}	83.1±4.57 ^b
OK-200	69.2±1.28 ^{a,c}	71.6±6.49 ^b
OK-400	67.0±2.88 ^{a,c}	75.2±6.14 ^b
Q-5	62.2±1.45 ^{a,c}	75.8±19.96 ^b
Q-10	68.8±2.30 ^{a,c}	78.2±22.71 ^b
Q-20	60.0±2.00 ^{a,c}	58.8±6.69 ^a
F-value	9.329	3.828

¹⁾The experimental conditions are the same as Table 1.
²⁾Values are mean±SE (n=7).
³⁾Means with different kind of superscripts in a same column are significantly different at p<0.05 level by method of one-way ANOVA.

mg/dL)에 비해 모든 실험군에서 유의하게 감소된 결과를 나타내었다($p < 0.001$). 그러나 양파김치 추출물 및 quercetin의 농도증가에 따른 유의한 차이는 없었으며, 양파 추출물 투여군 및 quercetin 투여군 간에도 유의한 차이는 없었다. 실제로 고지혈증(hyperlipidemia)에서 문제가 되는 것은 β -lipoprotein(low density lipoprotein)인데 이것은 대부분의 순환계 콜레스테롤로 구성되어 있다(36). 허혈성심장질환(ischemic heart disease) 및 뇌졸중(stroke)과 같은 동맥경화와 관련된 질병은 혈청 지질의 증가와 밀접한 관련성을 가지고 있으며(37), 실제로 쥐와 토끼를 이용한 많은 선행연구에서는 마늘과 양파섭취가 혈청 총 콜레스테롤(TC), 저밀도지단백 콜레스테롤(LDL-C) 및 초저밀도 지단백 콜레스테롤(VLDL-C)을 유의하게 감소시키며, 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C)을 유의하게 증가시키는 효과가 있음을 보고하고 있다(38-42). 이러한 결과는 본 연구에서 당뇨쥐에게 양파김치 추출물을 투여하였을 때 얻어진 결과와 부분적으로 일치되는 경향이였다.

Flavonoids인 quercetin은 저지혈증 및 저콜레스테롤혈증 활성이 있는 주된 성분이며(43), 양파에 다량 함유되어 있어 혈청 콜레스테롤 수준 및 동맥경화를 감소시키는 효과를 나타내는 요인으로 설명되고 있다. 또 다른 측면에서 non-sulphur 성분과 steroid saponins이 혈청 콜레스테롤 농도를 감소(44)시키며, 이러한 물질들은 간장의 콜레스테롤 생합성 과정을 억제함으로써 저콜레스테롤혈증에 효과를 나타내는 주된 요인으로 설명되고 있다(45,46). 이와는 대조적으로 Gardner 등(47)은 생마늘뿐만 아니라 마늘 분말에서도 LDL-C와 기타 혈장 지질 농도에 유의한 효과가 없음을 보고하고 있으며, 양파섭취에서도 심혈관계 질환에 관련된 변인들을 감소시키는 효과가 없음을 증명하고 있다. 따라서 심혈관계 질환의 감소 및 저콜레스테롤혈증에 관련된 더욱 세밀한 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

양파김치를 이용한 가공식품의 개발을 위해 streptozotocin(STZ)으로 유도한 당뇨병 흰쥐를 이용하여 양파김치 추출물 투여에 대한 혈당강하 및 지질성분의 함량 변화를 조사하였다. 체중변화는 정상군은 4주 사육기간 동안 지속적으로 증가하였으나, STZ 유도 당뇨대조군은 유의하게 감소되었다. 양파김치 추출물과 quercetin 투여군에서도 유의한 체중감소가 있었으나 투여군 간에 유의한 차이는 없었다. 혈당 농도는 정상군에 비해 STZ로 유도한 당뇨흰쥐에서 유의하게 증가되었으며, 투여 2주에서부터 대조군에 비해 양파김치 추출물 투여군과 quercetin 투여군에서 유의하게 감소되었다. 그러나 식이농도 증가 및 투여군 간에 유의한 차이는 없었다. 소변량은 정상군에 비해 STZ로 유도한 당뇨흰쥐에서 유의하게 증가되었으나 양파김치 추출물 및 quercetin 투

여군의 식이농도 증가에 유의한 차이는 없었다. 신장무게는 정상쥐에 비해 당뇨쥐에서 증대되었으며, 양파김치 추출물 및 quercetin 투여군에서 유의하게 낮은 수준을 나타내어 정상군과 차이가 없었다. 혈청 총콜레스테롤 및 중성지질은 정상쥐에 비해 STZ 유도 당뇨대조군에서 증가되었으나 양파김치 추출물 및 quercetin 투여군에서 낮은 수준을 나타내었다. 이러한 결과는 양파김치 추출물 섭취가 당뇨쥐에서 증가된 혈당 및 혈청 콜레스테롤 수준을 감소시킬 수 있음을 의미하는 것이다.

감사의 글

본 연구는 목포대학교 기성회지원교원해외연수 지원에 의해 수행되었으며, 도움을 준 산업자원부지정 목포대학교 식품산업지역혁신센터(RIC)에도 감사드립니다.

문 헌

1. Kee HJ, Park YK. 2000. Preparation and quality properties of extruded snack using onion pomace and onion. *J Food Sci Technol* 32: 578-583.
2. Kwak HJ, Kwon YJ, Jeong PH, Kwon JH, Kim HK. 2000. Physiological activity and antioxidative effect of methanol extract from onion (*Allium cepa* L.). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 349-355.
3. Kim SK, Kim MK. 2004. Effect of dried powders or ethanol extracts of onion fresh and peel on lipid metabolism anti-oxidative and antithrombotic capacities in 16-month-old rats. *Korean J Nutr* 37: 623-632.
4. Rose P, Whiteman M, Moore PK, Zhu YZ. 2005. Bioactive S-alk(en)yl cysteine sulfoxide metabolites in the genus *Allium*: the chemistry of potential therapeutic agents. *Nat Prod Rep* 22: 351-368.
5. Ma SJ. 2000. Inhibitory effect of onion seasoning on angiotensin converting enzyme. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 395-400.
6. Ha YL, Kim JO, Kim HD, Suh JK, Byon JI, Park SJ, Park KA. 1996. Analytical and extraction methods of bioactive substances for onion processing. *RDA J Agric Sci (Agric Inst Corporation)* 38: 171-185.
7. Griffiths G, Trueman L, Crowther T, Thomas B, Smith B. 2002. Onion: a global benefit to health. *Phytother Res* 16: 603-615.
8. Ramos F, Takaishi Y, Shirotori M, Kawaguchi Y, Tsuchiya K, Shibata H, Higuti T, Tadokoro T, Takeuchi M. 2006. Antibacterial and antioxidant activities of quercetin oxidation products from yellow onion (*Allium cepa*) skin. *J Agri Food Chem* 54: 3551-3557.
9. Rho SN, Han JH. 2000. Cytotoxicity of garlic and onion methanol extract on human lung cancer cell lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 870-874.
10. Cho YS, Song JC, Yang CB. 1999. Protective effects of ginger, garlic, and onion against radical reaction induced by carbon tetrachloride in rats. *J Food Sci Technol* 31: 1084-1089.
11. Lee TS, Lee YJ, Park JS, Kwon YK, Hwang JY, Lee JY, Lee CW. 2002. Studies on the determination method of hydrogen peroxide in foods. *J Food Sci Technol* 34: 998-1001.

12. Ali M, Thomson M, Afzal M. 2000. Garlic and onions: their effect on eicosanoid metabolism and its clinical relevance. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 62: 55-73.
13. Picinelli A, Suarez B, Mangas JJ. 1997. Analysis of polyphenols in apple products. *European Food Res Technol* 204: 48-51.
14. Price KR, Rhodes MJC. 1997. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. *J Sci Food Agric* 74: 331-339.
15. Park KU, Kim JY, Cho YS. 2004. Anticancer and immuno-activity of onion kimchi methanol extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1439-1444.
16. Korean Statistical Association. 2006. Annual report on the cause of death statistics. Korean Statistical Association, Seoul, Korea.
17. Kim So, Lee MY. 2001. Effects of ethylacetate fraction of onion on lipid metabolism in high cholesterol-fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 673-678.
18. Woo HS, Aan BJ, Bae JH, Kim S, Choi HJ, Han HS, Choi C. 2003. Effect of biologically active from onion on physiological activity and lipid metabolism. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 119-123.
19. Chung DO, Park ID, Kim JO. 2002. Quality changes of rosemary-onion kimchi by packaging materials during storage. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1043-1047.
20. Ahn YM, Lim SJ, Han HK, Choi SS. 2006. Effect of allium vegetable intake on levels of plasma glucose lipid and minerals in streptozotocin induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 433-443.
21. Reeves PG. 1997. Components of the AIN-93 diets as improvements in the AIN-76A diets. *J Nutr* 127: 838-841.
22. Jin YJ, Kang SH, Choi SY, Park SY, Kim SJ. 2006. Effect of fermented guava (*Psidium guajava* L.) leaf extract on hyperglycemia in low dose streptozotocin-induced mice. *Korean J Food Sci Technol* 38: 679-683.
23. Lim SJ, Park JE. 2003. Effects of butanol fraction of *Alisma canaliculatum* with vitamin E on plasma levels of glucose and lipid in streptozotocin-induced rats. *Korean J Food Sci Technol* 35: 713-719.
24. Johnson-Johnson Diagnostics. 2000. DT60 II System Manual. Johnson-Johnson Diagnostics Inc, New York, USA. p 27-92.
25. Preston AM, Tome J, Morales JJ, Milan L, Cuevas AA, Medina J, Santiago JA. 1991. Diabetic parameters 58 weeks after injection with streptozotocin in rats fed basal diet supplemented with fiber, mineral and vitamins. *Nutr Res* 11: 895-906.
26. Auguti KT, Benaim ME. 1975. Effect of essential oil of onion (allyl propyl disulfide) on blood glucose, free fatty acid and insulin levels of normal subjects. *Clin Chim Acta* 60: 121-123.
27. Augusti KT, Sheela CG. 1996. Antiperoxide effect of S-allylcysteine sulfoxide, an insulin secretagogue, in diabetic rats. *Experientia* 52: 115-120.
28. Steer KA, Sochor M, Mclean P. 1985. Renal hypertrophy in experimental diabetes changes in pentose phosphate pathway activity. *Diabetes* 34: 485-490.
29. Dai S, Thompson KH, McNeill JH. 1994. One-year treatment of streptozotocin-induced diabetic rats with vanadyl sulphate. *Pharmacol Toxicol* 74: 101-109.
30. Sheo HJ, Seo YS. 2004. The effects of dietary Chinese cabbage kimchi juice on the lipid metabolism and body weight gain in rats fed high-calories-diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 91-100.
31. Lim SJ, Kim KJ. 1995. Hypoglycemic effect of *Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Nutr* 28: 727-736.
32. Terao J. 1999. Dietary flavonoids as plasma antioxidants on lipid peroxidation: significance of metabolic conversion. In *Antioxidant Food Supplements in Human Health*. Packer L, Hiramatsu M, Yoshikawa T, eds. Academic Press, San Diego, CA, USA. p 255-268.
33. Bordia A, Verma SK, Vyas AK, Khabya BL, Rathore AS, Bhu N, Bedi HK. 1977. Effects of essential oil of onion and garlic on experimental atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* 26: 379-386.
34. Lin YL, Chen JR, Shief MS, Shief MJ. 1998. Garlic affects the lipid metabolism and antioxidative status while treated with various lipids containing diet in hamsters. *Atherosclerosis* 136: S80.
35. EI-Demerdash FM, Yousef MI, Abou EI-Naga NI. 2005. Biochemical study on the hypoglycemic effects of onion and garlic in alloxan-induced diabetic rats. *Food Chem Toxicol* 43: 57-63.
36. Goodman A, Goodman LS, Gilman A. 1975. *The pharmacological basis of therapeutics*. 6th ed. Macmillan Publishing Co Inc, New York, NY, USA. p 1651.
37. Corzo-Martinez M, Corzo N, Villamiel M. 2007. Biological properties of onions and garlic. *Trends Food Sci Technol* 18: 609-625.
38. Chang MLW, Johnson MA. 1980. Effect of garlic on lipid metabolism and lipid synthesis in rats. *J Nutr* 110: 931-936.
39. Efendy JL, Simmons DL, Campbell GR, Campbell JH. 1997. The effect of aged garlic extract, "Kyolic", on the development of experimental atherosclerosis. *Atherosclerosis* 132: 37-42.
40. Neil HAW, Silagy CA, Lancaster T, Hodgeman J, Vos K, Moore JW. 1996. Garlic powder in the treatment of moderate hyperlipidemia: a controlled trial and meta-analysis. *J Royal College Physicians London* 30: 329-334.
41. Liu L, Yeh YY. 2002. S-alk(en)yl cysteines of garlic inhibit cholesterol synthesis by deactivating HMG-CoA reductase in cultured rat hepatocytes. *J Nutr* 132: 1129-1134.
42. Yeh YY, Lin RI, Yeh SM, Evens S. 1997. Garlic reduced plasma cholesterol in hypercholesterolemic men maintaining habitual diets. In *Food Factors for Cancer Prevention*. Ohgashi H, Osawa T, Terao J, Watanabe S, Toshikawa T, eds. Springer, Tokyo, Japan. p 22.
43. Glasser G, Graefe EU, Struck F, Veit M, Gebhardt R. 2002. Comparison of antioxidative capacities and inhibitory effects on cholesterol biosynthesis of quercetin and potential metabolites. *Phytomedicine* 9: 33-40.
44. Koch HP. 1993. Saponine in knoblauch und kuchenzwiebel. *Deutsche Apotheker Zeitung* 133: 63-75.
45. Gupta N, Porter TD. 2001. Garlic and garlic-derived compounds inhibit human squalene monooxygenase. *J Nutr* 131: 1662-1667.
46. Singh DK, Porter TD. 2006. Inhibition of sterol 4 alpha-methyl oxidase is the principal mechanism by which garlic decreases cholesterol synthesis. *J Nutr* 136: 759S-764S.
47. Gardner CD, Lawson LD, Block E, Chatterjee LM, Kiazand A, Balise RR, Kraemer HC. 2007. Effect of raw garlic vs commercial garlic supplements on plasma lipid concentrations in adults with moderate hypercholesterolemia: a randomized clinical trial. *Arch Intern Med* 167: 346-353.