

메밀(*Fagopyrum esculentum*) 꽃, 잎 추출건조물의 α -Amylase 효소활성 저해

이명헌^{1*} · 이정신² · 양희철³

¹한림성심대학 식품영양과
²한림대학교 식의약품의 효능평가 및 기능성소재개발센터
³애드팜영농조합법인

α -Amylase Inhibitory Activity of Flower and Leaf Extracts from Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)

Myung Heon Lee^{1*}, Jung Sun Lee², and Hee Chul Yang³

¹Dept. of Food and Nutrition, Hallym College, Chuncheon 200-711, Korea

²RIC, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

³Addfarm Agricultural Union, Pyeongchang 232-933, Korea

Abstract

Prevention of postprandial hyperglycemia is important, as it is implicated in the development of macro- and microvascular complications associated with diabetes. An inhibitor of α -amylase which acts in the first step of carbohydrate digestion, is expected to be a suppressor of postprandial hyperglycemia. This study investigated the porcine pancreatic α -amylase inhibitory activity of the extracts from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) flower, leaf, stem and grain. Flower, leaf, stem and grain of buckwheat were extracted by water and ethanol (40%, 70%, 100%), respectively. Flower and leaf extracts were more effective α -amylase inhibitors than stem and grain extracts in all tested solutions. Ethanol extracts were more effective than water extracts or powders on the α -amylase inhibitory activities. At concentrations of 0.5%~10% (w/w, starch basis), the flower extracts of 40%, 70% and 100% ethanol lowered the enzyme activity by about 90% and the results were similar to the values of acarbose. At the same concentrations, the leaf extracts of 100% ethanol lowered the enzyme activity by about 90%. These results suggest that buckwheat flower and leaf ethanol extracts may delay carbohydrate digestion and lower postprandial hyperglycemia.

Key words: buckwheat flower, buckwheat leaf, α -amylase inhibitor, postprandial hyperglycemia

서 론

우리나라의 당뇨병 유병율은 급격히 증가하고 있으며 당뇨병의 합병증으로 인한 삶의 질 저하와 사망률의 증가는 사회·경제적인 문제가 되고 있다. 통계적으로 볼 때 당뇨병자 중 인슐린비의존형인 제2형 당뇨병의 발생빈도가 제1형 당뇨병 발병률보다 높으며, 일반적으로 제2형 당뇨병으로 진단된 환자는 처음 식이요법과 운동을 처방 받는다. 그 후 환자들의 혈당이 정상적으로 유지되지 못하면 혈당강하제가 처방되며, 이중 경구투여용으로 사용되는 것은 크게 인슐린 분비 증강제, 간의 당생성 감소제, 포도당 흡수 지연제, 인슐린의 감수성 증가제가 있다(1). 한편 당뇨병자의 식후 급격한 혈당상승은 합병증인 심혈관계질환의 발생과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되고 있다(2). 그러므로 당뇨병자의 식후 고혈당을 예방하는 것은 이전에 생각했던 것보다

당뇨환자의 관리에서 중요하게 여겨지고 있다. 식후 소장에서 포도당 흡수를 지연시킴으로 급격한 혈당상승을 막아주는 당뇨약으로는 acarbose와 voglibose가 있다. 이들은 탄수화물 소화효소 억제제로서 acarbose는 췌장과 타액선의 α -amylase 및 장관의 α -glucosidase를 억제하며, voglibose는 α -glucosidase만을 억제한다. α -Glucosidase는 소장 점막의 brush border에 존재하며 전분, dextrin, maltose, sucrose를 단당류로 분해하는 효소로 이 효소들의 작용을 억제하면 탄수화물의 소화와 흡수가 지연되기 때문에 식후 고혈당을 예방하는 것으로 알려져 있다(3). 그러나 acarbose는 복부팽만감, 복명, 설사 등의 소화기계 부작용을 동반하고, 환자가 염증성 장질환이 있거나, 혈중 크레아티닌이 2.0 mg/dL 이상일 때, 간 기능장애가 있을 경우 주의를 요하는 것으로 보고되고 있다(4).

한편 국내에서는 흰 강낭콩(*Phaseolus vulgaris*)(5), 검정

*Corresponding author. E-mail: mhlee@hsc.ac.kr
Phone: 82-33-240-9233, Fax: 82-33-252-9462

콩과 쌀보리(6,7), 전통적으로 사용해 온 식물성 한약재(8,9)에서 α -amylase 저해제에 대해 보고하였으며 울무열수에서 얻은 α -amylase 저해제를 포함하는 식이조성물에 대한 비만개선효과(10) 및 조릿대잎 추출물의 탄수화물 소화효소저해 및 식후혈당강하 효과가 보고되기도 하였다(11). 국외에서도 다양한 식물 추출건조물에 대한 α -amylase 저해활성의 결과를 토대로 개발된 당뇨예방제 및 치료제가 보고되었으며(12,13), white bean에서 얻은 α -amylase inhibitor는 정상쥐와 제2형 당뇨쥐에서 평균혈당과 식이섭취량을 감소시키는 것으로 보고되었다(14,15).

메밀(*Fagopyrum esculentum*)은 전 세계적으로 재배되고 있는 일년생 초본으로 당뇨병(16), 고혈압(17) 및 비만(18)과 같은 성인병에 유용한 효과가 있는 것으로 보고된 바 있고, 최근에는 여러 종류의 항산화제를 다량 함유한 것으로 보고되기도 하였다(19).

본 연구에서는 항당뇨기능이 있는 소재를 찾고자 실시한 실험에서 우리가 일상적으로 섭취하는 식품 42종 중 α -amylase 저해활성이 비교적 높은 것으로 나타난 메밀을 부위별로 분류하고 용매별로 추출하여 *in vitro*에서 α -amylase 저해활성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용된 시료는 강원도 평창군 봉평메밀특산단지에서 메밀종자(*Fagopyrum esculentum*)를 직접 파종하여 꽃이 만개한 70일 후에 채취하였으며 꽃, 잎, 줄기를 부위별로 분리하였다. 분리한 꽃, 잎, 줄기는 건조기에서 부위별로 건조하면서 최적의 건조상태를 파악한 다음 분쇄기로 분쇄하여 30 mesh의 체를 통과시켜 분말화하였다. 메밀 곡립은 봉평메밀특산단지에서 재배하여 수확 후 정선, 세척, 석발, 분류, 탈피, 제분하여 입도조정을 거쳐 제조한 곡립분말을 본 연구에 사용하였다.

부위별, 용매별 추출 및 건조

메밀 꽃, 잎, 줄기, 곡립의 부위별, 용매별 추출, 건조 조건은 다음과 같다. 위에서 얻은 메밀 꽃, 잎, 줄기, 곡립을 20배의 물, 15배의 40% 에탄올, 10배의 70% 에탄올, 5배의 100% 에탄올 용액과 각각 혼합하여 40°C에서 12시간 진탕 추출하였으며 이 과정을 2회 반복하여 용매별 가용성 물질을 추출하였다. 이후 추출액을 원심분리(1500×g, 30분, 4°C)하고 진공농축, 냉동, 동결건조(-70°C, 72시간)하여 부위별, 용매별로 메밀의 꽃, 잎, 줄기 및 곡립 추출건조물을 제조하였다.

α -Amylase 활성 저해효과 평가

메밀 꽃, 잎, 줄기 및 곡립 추출건조물과 α -amylase와의 전처리는 Dunaif와 Schneeman의 방법을 이용하였고(20), α -amylase 활성은 Pesce와 Kaplan의 방법(21)으로 측정하였다. 즉, porcine pancreatic α -amylase(50 μ g/mL, 20 mM

phosphate buffer(pH 6.9) containing 6.7 mM NaCl, Sigma) 용액에 시료를 녹인 후 전분용액과 반응시키기 전 실온에서 10분간 pre-incubation하였다. 분말시료인 경우는 효소용액과 시료를 반응시킨 후 원심분리(1000×g, 5분)하고 상층액을 효소활성 측정에 사용하였다. 시료와 반응시킨 효소액 1 mL를 1% 전분용액 1 mL와 혼합하여 20°C에서 3분간 반응시킨 후 여기에 3,5-dinitrosalicylic acid 용액(30% sodium potassium tartrate in 2 N NaOH) 2 mL를 가해 반응을 정지시켰다. 위 반응액을 100°C에서 5분간 끓여 발색시킨 후 차가운 물에서 완전히 냉각시켰다. 이 반응액에 5 mL의 증류수를 가하고 잘 혼합한 후 550 nm의 spectrophotometer (Beckmann, Germany)에서 흡광도를 측정하였다. 실험은 한 시료당 5회 실시하였다. 위와 동일한 방법으로 시료를 가하지 않은 효소를 전분기질과 반응시키고 그 결과를 대조구로 하여 시료의 효소활성 저해율을 계산하였다. 시약에 의한 영향을 배제하기 위해 시약 blank를 실시하였으며 시료의 당함유에 의한 영향을 배제하기 위해 시료 각각에 대한 blank를 실시하여 실험값에서 빼 주었다. 메밀 꽃과 잎의 추출물과 분말시료의 경우 실험농도를 0.1%, 0.5%, 1%, 2.5%, 5%, 10%(w/w, starch basis)로 하였으며, α -amylase 저해제로 보고된(22,23) acarbose((주)한독약품)의 α -amylase 저해율을 시료와 같은 농도별로 병행하여 실시하였다. 한독약품의 acarbose를 함유하는 제품의 순도는 18.5%로 acarbose 함량으로 보았을 때 시료의 농도와 같은 %가 되도록 계산하여 실험하였다.

결과 및 고찰

분말시료의 일반성분 함량

메밀 꽃, 잎, 줄기 및 곡립 분말시료로부터 추출한 추출건조물의 수율은 Table 1에서와 같았다. 꽃과 잎의 경우 40% 에탄올의 수율이 가장 높았으며 줄기와 곡립은 물로 추출했을 때 수율이 가장 높았다. 이 실험에 사용된 4가지 추출용매에서 추출한 추출건조물의 수율은 잎>꽃>줄기>곡립 순이었다.

부위별, 용매별 추출건조시료의 α -amylase 효소활성 저해효과 평가

메밀을 꽃, 잎, 줄기 및 곡립으로 분류하여 100%, 70%,

Table 1. The yield of extracts from buckwheat flower, leaf, stem and grain (%)

| Ethanol (%) | Sample | | | |
|-------------|----------|----------|----------|---------|
| | Flower | Leaf | Stem | Grain |
| 100 | 11.4±1.2 | 12.9±0.8 | 4.0±0.3 | 2.5±0.7 |
| 70 | 19.4±0.8 | 25.2±1.5 | 12.8±1.2 | 3.6±0.2 |
| 40 | 26.4±2.3 | 31.2±2.0 | 10.6±2.4 | 4.7±0.6 |
| Water | 16.3±1.4 | 24.1±1.6 | 14.0±1.8 | 7.0±0.1 |

Values are mean±SD.

40% 에탄올 및 물을 용매로 하여 추출한 추출액을 건조하고 각각의 시료에서 α -amylase 활성 저해율을 측정하였다. 각 % 에탄올 추출건조물과 물추출건조물을 각각 α -amylase 기질인 전분의 10%(w/w, starch basis) 첨가했을 때 시료에 의한 α -amylase 활성 저해는 Fig. 1에서와 같았다. 메밀 꽃, 잎, 줄기 및 곡립의 에탄올추출건조물을 전분의 10%(w/w) 첨가했을 때 시료에 의한 α -amylase 활성 저해율은 100% 에탄올추출건조물의 경우 꽃, 잎, 줄기, 곡립 순으로 91%, 83%, 32%, 22%이었으며, 물추출물과 비교했을 때에는 꽃과 잎추출물의 경우 각각 38%, 28% 억제율이 증가하였다. 70% 에탄올추출건조물의 경우에서도 꽃과 잎이 81%, 57%로 줄기와 곡립보다 높았으나 다른 두 에탄올농도보다는 잎추출건조물의 활성 저해율이 비교적 낮게 나타났다. 40% 에탄올추출건조물도 꽃과 잎에서 각각 92%, 82%로 100% 에탄올추출물과 유사한 값을 보였다. 본 논문에서 제시하지는 않았지만 위와 같은 에탄올추출건조물의 α -amylase 활성 저해율은 메탄올추출건조물의 결과와도 유사하였다. 물추출건조물의 경우 꽃과 잎 추출건조물의 α -amylase 활성 저해율이 곡립과 줄기 추출건조물보다 높게 나타났다. 본 실험에서 α -amylase 저해제의 성분은 무엇인지 모르지만 꽃과 잎의 물추출건조물의 α -amylase 활성 저해효과가 60% 이상인 것은 이들에서 추출된 효소활성 저해성분이 물에 잘 추출되는 수용성 물질인 것으로 생각된다. 또한 꽃과 잎 추출건조물의 효소저해율이 다른 부위보다 높게 나타난 것은 효소저해제 성분이 꽃과 잎에 더욱 많이 함유되었기 때문으로 사료된다. 메밀에 함유된 여러 가지 성분 중 주목 받고 있는 성분은 루틴으로서 알코올, 아세톤에 잘 녹고 물에도 잘 녹아 나온다. 이러한 루틴은 줄기, 뿌리, 곡립보다는 꽃과 잎에 더 많이 함유되어 있고 개화기에는 전체의 68%가 꽃에 존재하며(24), polyphenol 화합물인 카테킨류의 경우에도 줄기보다는 잎에 그 함량이 많은 것으로 보고되기도 하였다(25).

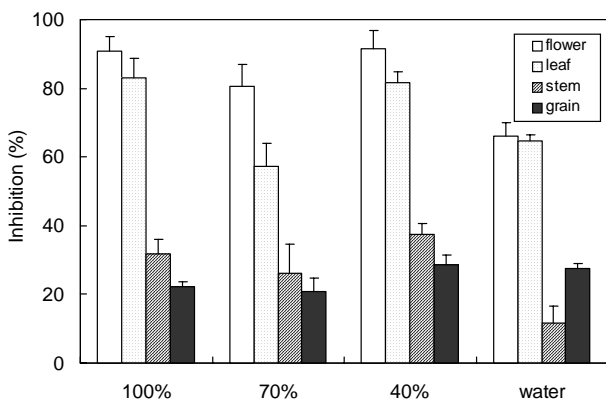


Fig. 1. Inhibitory activity of 10% buckwheat ethanol and water extracts against α -amylase.

첨가량에 따른 메밀 꽃과 잎 추출건조물의 α -amylase 효소활성 저해효과 평가

Fig. 1의 결과와 같이 메밀 꽃, 잎 에탄올추출건조물이 높은 α -amylase 활성 저해를 보여 10% 이하의 농도에서 첨가량에 따른 α -amylase 활성 저해율을 확인하였으며 이를 α -amylase inhibitor로 보고된(22,23) acarbose와 비교하여 Fig. 2에 나타내었다.

100% 에탄올에서 추출한 메밀 꽃, 잎 추출건조물들의 첨가량에 따른 α -amylase의 활성 저해율은 Fig. 2에서와 같았다. 꽃추출건조물을 0.5% 첨가시 α -amylase 활성 저해는 92%로 나타났으며 이러한 결과는 첨가량을 1%, 2.5%, 5%, 10% 증가시켰을 때에도 유사한 경향으로 나타났다. 또한 acarbose를 0.5% 첨가했을 때 효소억제율은 메밀 꽃과 잎 추출건조물보다 다소 낮았으나 1%, 2.5%, 5%, 10% 농도에서는 메밀추출건조물과 유사한 결과를 보였다. 결과에 제시되지는 않았지만 효소활성의 50% 억제를 나타내는 시료농도인 IC_{50} 으로 보면 100% 에탄올추출건조물에서 꽃은 8.3 μ g/mL, 잎은 9.5 μ g/mL로 acarbose의 10.2 μ g/mL보다 낮은 수준이었다.

70% 에탄올에서 추출한 메밀 꽃추출건조물, 잎추출건조물과 acarbose를 0.5% 첨가시 α -amylase의 활성 저해율은 각각 88%, 30%, 80%이었다. 잎추출건조물인 경우 1%에서 저해율이 가장 낮았으며 1%부터 10%까지 첨가량에 따라 저해율이 다시 증가하였으나 저해율은 모든 농도에서 꽃추출건조물보다 낮게 나타났다. 70% 에탄올추출건조물의 IC_{50} 은 꽃이 9.4 μ g/mL, 잎이 13.9 μ g/mL이었다. 우리나라에서 보고된 α -amylase 저해효능이 있는 물질 중 70% 에탄올로 추출한 말채나무 추출물의 α -amylase 저해율은 98.8%를 보였으며 IC_{50} 은 acarbose가 5 μ g/mL, 말채나무 추출물이 120 μ g/mL이었다. 이 말채나무 추출물의 경우 외피나 잔가지보다 내피와 잎 부분이 다른 부위보다 높은 활성억제 효과를 보인다고 하였다(26).

40% 에탄올에서 추출한 메밀 꽃추출건조물, 잎추출건조물과 acarbose의 0.5% 시료농도에서 α -amylase 활성 저해율은 각각 92%, 70%, 80%이었으며, 꽃추출건조물은 2.5% 첨가시 99% 저해율을 보였다. 40% 에탄올추출건조물의 IC_{50} 은 꽃이 8.4 μ g/mL, 잎은 8.2 μ g/mL로 acarbose의 10.2 μ g/mL보다 낮은 수준이었다. 꽃추출건조물의 저해활성은 100% 에탄올에서와 유사한 결과이나 잎추출건조물의 저해활성은 약간 낮은 경향을 보였다. Table 1에서와 같이 에탄올로 추출한 메밀 잎추출건조물의 수율은 100%, 70%, 40%가 각각 13%, 25%, 31%로서 에탄올 농도가 낮을수록 수율이 증가하므로 비용과 효과를 고려할 때 에탄올 70%보다 40%를 이용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

물에서 추출한 꽃추출건조물의 α -amylase의 활성 저해효과는 에탄올추출건조물이나 acarbose보다도 현저히 낮았다. 특히 물에서 추출한 0.5% 꽃추출건조물은 100% 에탄올

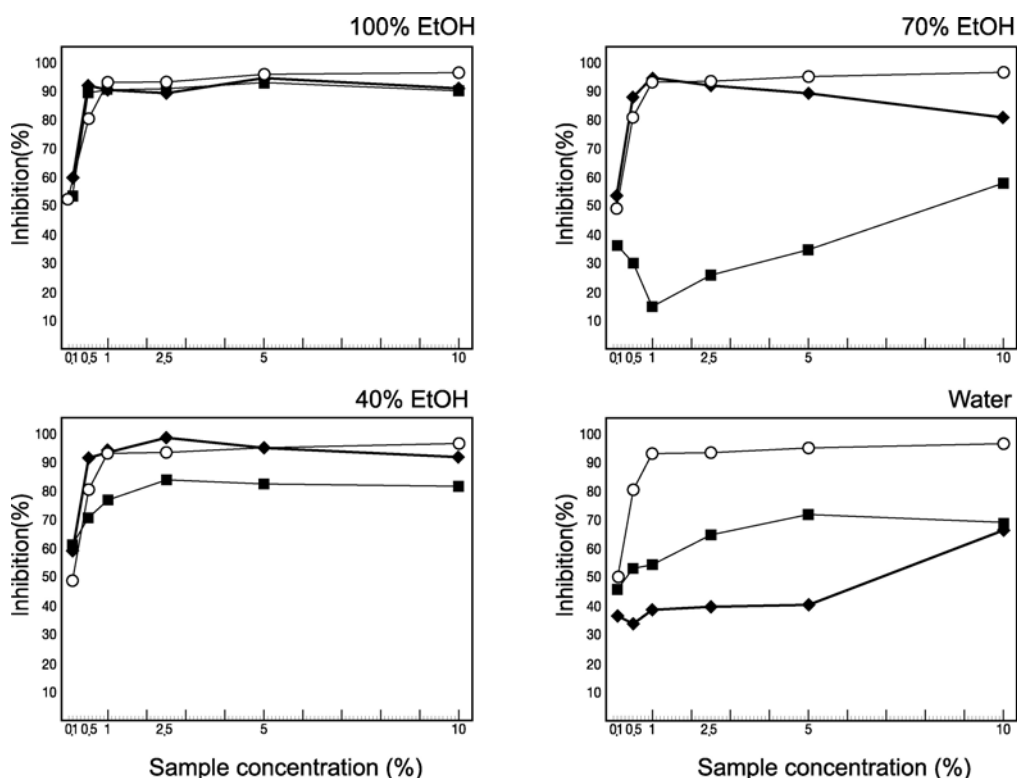


Fig. 2. Inhibitory activity of extracts and acarbose against α -amylase by various concentrations. ◆: flower, ■: leaf, ○: acarbose

추출물에서 보여주었던 효소저해율보다 40% 감소하였다.

메밀 꽃과 잎 건조분말의 α -amylase의 활성 저해율은 0.1%부터 10%까지 첨가량에 따라 비례적으로 증가하였다 (Fig. 3). 그러나 건조분말의 활성 저해율은 100% 에탄올추출건조물과 40% 에탄올추출건조물의 0.5%~2.5% 시료농도에서 보여 주었던 효소저해율보다 현저하게 감소하였다. 본 실험 결과 추출건조물의 용매에 따라 효소활성 저해율은

다르게 나타났으며 전체적으로 볼 때 100% 에탄올 > 40% 에탄올 > 70% 에탄올 > 물 순서로 나타났다.

α -Amylase 저해제는 Chrzaszcz와 Janicki에 의해 처음 보고(27)된 이래 다양한 식물 종에서 발견되었다(28). Birte 등(29)은 지금까지 보고된 자연계의 7가지 proteinaceous α -amylase inhibitor 중 6가지는 식물체에서 발견하였다고 보고하였으며, Jorge 등(30)은 호밀(*Secale cereale*)에서 발견한 α -amylase inhibitor가 당단백질로서 보리와 밀에서 발견된 것과 특성이 유사하다고 하였다. 국산 쌀보리에서 sodium phosphate buffer(pH 6.9)로 추출한 α -amylase 저해물질을 분리, 정제해 본 결과 당단백질로 추정하였으며(6), white kidney bean에 물을 넣고 분쇄한 후 에탄올의 포화도를 70~80%로 하여 얻은 α -amylase저해제도 당단백질로 보고하였다(5). 한편, Thompson과 Yoon(31)은 phytic acid가 *in vitro*에서 전분가수분해율을 60% 감소시켰다고 보고하면서 탄수화물의 소화를 느리게 하는 antinutrient로서 polyphenol의 섭취량과 혈당반응이 음의 상관관계를 보인 이전의 보고들(32)과의 관련성을 설명하기도 하였다.

우리나라에서 메밀은 주로 곡립을 이용하여 왔다. 메밀곡립을 가루 내어 국수를 만들었으며 가루로 판매되는 것은 메밀부침, 총떡, 메밀묵 등을 만들었다. 요즘에 와서는 메밀차, 메밀채소, 메밀음료 등 다양한 식품이 개발되고 있으나 아직까지는 이용 범위가 주로 곡립 위주이다. 본 실험에서의

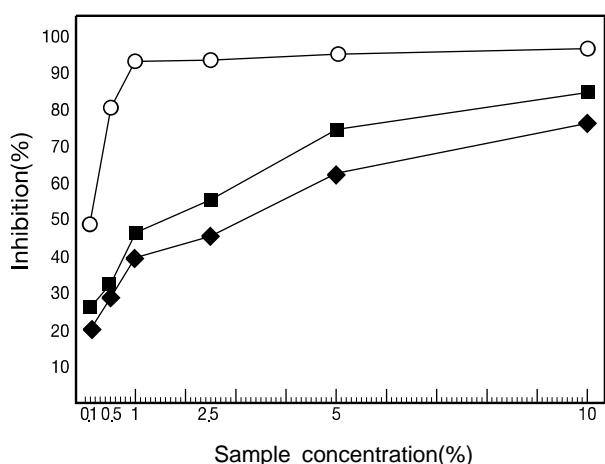


Fig. 3. Inhibitory activity of powder and acarbose against α -amylase by various concentrations. ◆: flower, ■: leaf, ○: acarbose

결과에 의하면 지금까지 당뇨의 유용한 소재로 보고된 바 있는 메밀곡립보다 메밀 꽃과 잎이 α -amylase inhibitor로서의 효과가 더욱 큰 것으로 확인되었다. 따라서 이들 성분이 무엇인가를 규명하기 위한 추후의 연구가 필요하며, 식후 혈당조절제로서의 그 유용성을 확인하기 위해서는 *in vivo* 에서 혈당 저하효과에 관한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 전분 가수분해효소인 α -amylase의 효소활성 저해를 통해 식후 혈당조절제 개발 가능성을 확인하고자 메밀의 꽃, 잎, 줄기 및 곡립을 부위별로 분류하고 각각의 시료를 물, 40%, 70%, 100% 에탄올로 추출하고 건조한 추출건조물과 메밀건조 분말시료를 이용하여 *in vitro*에서 α -amylase 활성 저해율을 측정하였다. 메밀부위별 물추출건조물(10%, w/w, starch basis)의 α -amylase 활성 저해율은 꽃 66%, 잎 65%, 곡립 28%, 줄기 12% 순이었다. 이러한 결과는 추출용매를 40%, 70%, 100% 에탄올로 하였을 때에도 유사하게 나타났다. 단지 잎추출건조물의 경우 70% 에탄올추출건조물의 효소활성 저해율이 100%와 40% 에탄올추출건조물보다 낮게 나타났다. 메밀 꽃과 잎 추출건조물을 기질의 0.1%, 0.5%, 1%, 2.5%, 5%, 10% 농도로 각각 첨가했을 때 에탄올로 추출한 꽃추출건조물의 경우 0.5%~10% 농도에서 α -amylase 활성을 약 90% 저해하였으며 이는 α -amylase inhibitor인 acarbose와 유사한 수준이었다. 잎의 경우 100% 에탄올추출건조물에서 꽃과 비슷한 결과를 보였으며 40% 에탄올추출건조물에서는 꽃추출건조물보다 저해율이 다소 낮게 나타났다. 물추출건조물과 건조분말의 경우 에탄올추출물보다 꽃과 잎의 효소활성 저해율이 낮았다. 이러한 결과로 볼 때 메밀 꽃과 잎 추출건조물은 메밀 줄기 및 곡립 추출건조물과 비교해서 효소활성 저해율이 높게 나타났으며, 물추출이나 건조분말보다 100%, 40% 에탄올을 이용했을 때 추출건조물의 효소 저해율이 더욱 큰 것으로 나타나 이들 추출건조물은 식후 혈당조절제로 이용 가능성이 기대되는 소재로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Perfetti R, Barnett PS, Mathur R, Eqan JM. 1998. Novel therapeutic strategies for the treatment of type 2 diabetes. *Diabetes Metab Rev* 14: 207-225.
2. Donahue RP, Abbott RD, Reed DM, Yano K. 1987.

Postchallenge glucose concentration and coronary heart disease in men of Japanese ancestry. Honolulu Heart Program. *Diabetes* 36: 689-692.

3. Mooradian AD, Thurman J. 1999. Drug therapy of post prandial hyperglycaemia. *Drug* 57: 19-29.
4. 박강서. 1993. 경구혈당강하제의 병합요법. 대한당뇨병학회 연수강좌 자료집. p 55-66.
5. Chun SH, Ryu IH, Park ST, Lee KS. 2001. Purification of α -amylase inhibitor from white kidney bean (*Phaseolus vulgaris*). *Korean J Food Sci Technol* 33: 117-121.
6. Moon JS, Shin CS, Choi JS, Park SK, Shim KH. 1995. Purification of α -amylase inhibitors from naked barley in Korea. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 556-562.
7. Moon JS, Bae YI, Shim KH. 1998. The physicochemical properties of α -amylase inhibitors from black bean and naked barley in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 367-375.
8. Lee KS, Yang CB. 1988. Screening of oriental drugs for α -amylase inhibitor. *Korean J Food Sci Technol* 20: 644-649.
9. Kim SH, Kwon CS, Lee JS, Son KH, Lim JK, Kim JS. 2002. Inhibition of carbohydrate-digesting enzymes and amelioration of glucose tolerance by Korean medicinal herbs. *J Food Sci Nutr* 7: 62-66.
10. Kim SG, An GH, Yoon SW, Lee YC, Ha SD. 2003. A study on dietary supplement to reduce obesity by the mechanism of decreasing lipid and carbohydrate absorption. *Korean J Food Sci Technol* 35: 519-526.
11. Hwang JY, Han JS. 2007. Inhibitory effects of *Sasa borealis* leaves extracts on carbohydrate digestive enzymes and postprandial hyperglycemia. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 989-994.
12. Kohli KR, Giri S, Kolhapure SA. 2004. Evaluation of the clinical efficacy and safety of diabecon in NIDDM. *The Antiseptic* 101: 487-494.
13. Yamamoto H, Nakagawa K. 2006. Carbohydrate digesting enzyme inhibitor. *Japanese Patent* JP2006-151838A.
14. Tormo MA, Gil-Exojo I, Romero de Tejada A, Campillo JE. 2004. Hypoglycaemic and anorexigenic activities of an alpha-amylase inhibitor from white kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) in Wistar rats. *Br J Nutr* 92: 785-790.
15. Tormo MA, Gil-Exojo I, Romero de Tejada A, Campillo JE. 2006. White beans amylase inhibitor administered orally reduces glycemia in type 2 diabetic rats. *Br J Nutr* 96: 539-544.
16. Lee JS, Lee MH, Chang YK, Ju JS, Son HS. 1995. Effects of buckwheat diet on serum glucose and lipid metabolism in NIDDM. *Korean J Nutrition* 28: 809-816.
17. Lee JS, Park SJ, Sung KS, Han CK, Lee MH, Jung CW, Kwon TB. 2000. Effects of germinated buckwheat on blood pressure, plasma glucose and lipid levels on spontaneously hypertensive rats. *Korean J Food Sci Technol* 32: 206-211.
18. Lee MH. 1999. A study on anti-obesity metabolic effects of the dehulled germinated-buckwheat grain. *PhD Dissertation*. Korea University, Seoul, Korea.
19. Oomah BD, Mazza G. 1996. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J Agric Food Chem* 44: 1746-1750.
20. Dunaif G, Schneeman BO. 1981. The effect of dietary fiber on human pancreatic enzyme activity *in vitro*. *Am J Clin Nutr* 34: 1034-1035.
21. Pesce AJ, Kaplan LA. 1987. *Methods in Clinical Chemistry*. Mosby Co., Toronto. p 820.
22. Wilcox ER, Whitaker JR. 1984. Some aspects of the mechanism of complexation of red kidney bean α -amylase inhibitor and α -amylase. *Biochemistry* 23: 1783-1791.

23. Al Kazaz M, Desseaux V, Marchis-Mouren G, Prodanov E, Santimone M. 1998. The mechanism of porcine pancreatic α -amylase: Inhibition of maltopentaose hydrolysis by acarbose, maltose and maltotriose. *Eur J Biochem* 252: 100-107.
24. Park BJ, Park JI, Chang KJ, Park CH. 2005. Comparison in rutin content of tartary buckwheat. *Korea J Plant Res* 18: 246-250.
25. Park BJ, Kwon SM, Park JI, Chang KJ, Park CH. 2005. Phenolic compounds in common and tartary buckwheat. *Korean J Crop Sci* 50: 175-180.
26. Lim CS, Li CY, Kim Y-M, Lee WY, Rhee HI. 2005. The inhibitory effect of *Cornus Walteri* extract against α -amylase. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 103-108.
27. Chrzaszcz T, Janicki J. 1933. "Sisto-amylase", a natural inhibitor of amylase. *Chem Abstr* 27: 3491-3505.
28. Abu Soud RS, Hamdan II, Afifi FU. 2004. Alpha amylase inhibitory activity of some plant extracts with hypoglycemic activity. *Sci Pharm* 72: 25-53.
29. Birte S, Kenji F, Peter KN, Birgit CB. 2004. Proteinaceous α -amylase inhibitors. *Biochimica et Biophysica Acta* 1696: 145-156.
30. Jorge J, Octavio LF, Marcio S, Christiane TS, Carlos BJ, Daniel JR, Maria FGS. 2000. Purification, biochemical characterization and partial primary structure of a new α -amylase inhibitor from *Secale cereale* (rye). *The Int J Biochimica & Cell Biology* 32: 1195-1204.
31. Thompson LU, Yoon JH. 1984. Starch digestibility as affected by polyphenols and phytic acid. *J Food Sci* 49: 1228-1229.
32. Thomson LU, Yoon JH, Jenkins DJ, Wolever TM, Jenkins AL. 1984. Relationship between polyphenol intake and blood glucose response of normal and diabetic individuals. *Am J Clin Nutr* 39: 745-751.

(2007년 10월 4일 접수; 2007년 12월 17일 채택)