

피부 주름개선 소재개발을 위한 식용작물의 최종당화산물 생성 억제활성

이현순^{1*} · 윤진아²

¹고려대학교 식품영양학과 및 보건과학연구소

²배화여자대학교 식품영양학과

Inhibitory Activity of Advanced Glycation Endproducts (AGE) Formation of Edible Plants for Development of Anti-Wrinkle Ingredients

Hyun-Sun Lee^{1*} and Jin A Yoon²

¹Dept. of Food and Nutrition and Institute of Health Science, Korea University, Seoul 136-703, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Baewha Women's University, Seoul 110-735, Korea

Abstract

Skin wrinkles typically appear as a result of aging processes. One of causes may be the nonenzymatic glycation followed formation of browning products called advanced glycation endproducts (AGEs), an irreversible cross-linked protein. The accumulation of glycated collagen cross-linked in skin inhibits the formation and function of skin tightening agents such as collagen and elastin. To development for anti-wrinkle ingredients from edible plants, MeOH and hot-water extracts were prepared and evaluated for their inhibitory effects of AGEs formation. The activities of both extracts from bay laurel (*Laurus nobilis*), cinnamon (*Cinnamomum loureirii*), clove (*Eugenia caryophyllate*), oregano (*Origanum vulgare*), rosemary (*Rosemarinus officinalis*), savory (*Satureja hortensis*) and star anis (*Illicium verum*) of western spices, and blackberry (*Rubus coreanus*), dayflower (*Commelina communis*), *Epimedium koreamun* (whole), *terminalia frutus* (*Terminalia chebula*) and turkestan rose (*Rosa rugosa*) of medicinal plants were higher than the others. Of Korean vegetables, however, MeOH and hot-water extract from only *Asters caber* and green tea showed higher activities, and no activity in Korean marine plants (seaweeds).

Key words: advanced glycation endproducts, anti-wrinkle ingredients, plant extract, collagen

서 론

피부는 인체의 모든 장기와 기관을 싸고 있는 기관으로 체중의 15~20%를 차지할 정도로 가장 큰 기관으로 외부 침입으로부터 신체를 보호하며, 체내의 수분과 온도를 보존하여 체내의 항상성을 조절하는데 중요한 역할을 한다. 피부의 노화는 나이가 들어가면서 자연적으로 발생하는 변화이며 그 밖에도 자외선, 담배 및 환경오염 등 많은 외부적 인자에 의해서 발생한다(1). 피부의 노화는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 하나는 나이가 들어감에 따라 collagen, elastin 등 세포외 기질 단백질의 합성양이 줄어들고 탄력이 감소되며 피부세포 내 수분이 손실되고 각질층의 구조가 변하는 내인성 노화와 다른 하나는 태양광선의 자외선 등과 같은 외부자극이 반복되면서 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)을 발생시키고, 사이토카인의 생성이 촉진되어 여러 가지 신호전달 체계를 활성화시킴으로써 activator protein-1(AP-1)과 nuclear factor κ B(NF- κ B)의 활성화에

의한 염증반응이 유도되어 피부를 구성하는 지질, 단백질, 핵산, 효소 등이 손상되어 노화가 일어나는 외인성 노화로 나눌 수 있다(2). 피부의 주름은 피부 탄력을 유지시켜주는 elastin의 변형과 collagen의 감소로 생기게 되는 노화현상으로 그 원인 중의 하나는 지질과산화에 의한 탄력섬유인 collagen과 elastin의 사슬 절단과 비정상적인 가교결합 및 hyaluronic acid의 사슬 절단이다(3). 진피층은 90%가 collagen으로 구성되어 있어 collagen의 감소 및 비정상적인 가교결합은 피부노화와 매우 밀접한 관계를 가지고 있다.

Glycation 반응, 혹은 non-enzymatic glycation 반응이란 단백질의 유리 아미노기인 lysine이나 arginine과 환원당의 carbonyl기가 반응하여 초기 glycation 생성물인 Schiff base를 형성하고 이때 형성된 화합물들이 계속적으로 축합, 재전위, 산화, 분열, 고리화 등의 일련의 복잡한 반응을 통하여 갈색의 화합물(melanoidine)을 만들어 총체적인 개념의 비가역적 최종당화산물(advanced glycation end products, AGEs)을 형성하는 반응이다(4). Glycation 반응은 고혈당을

*Corresponding author. E-mail: happyhs@korea.ac.kr
Phone: 82-2-940-2858, Fax: 82-2-940-2850

가지는 당뇨환자에서 정상인보다 급격히 일어나지만 정상 혈당의 경우에도 노화가 진행됨에 따라 체내에서 일어난다. 비교적 반감기가 긴 collagen은 쉽게 glycation이 일어나고 collagen의 가교결합(cross-linking)이 일어나면서 여러 단계의 반응을 거쳐 최종적으로 생성된 AGEs가 피부에 축적되어 피부의 탄력감소 및 주름을 일으킨다고 알려져 있다(5,6). 많은 선행 연구자들은 aminoguanidine(AG)과 같이 glycation을 억제하는 물질은 collagen의 안전성을 유지하는 효능이 있다고 보고하고 있다(7-10).

현대에는 과학의 발달, 지식수준의 향상, 다양한 정보, well-being에 대한 높은 관심으로 기존의 미용에 대한 개념도 바뀌고 욕망 또한 커지고 있다. 최근에는 미용을 통해 인체의 건강과 아름다움을 표현하는 외적 아름다움은 사회적 자신감을 나타내는 방법으로 자리 잡고 있다(11). 화장품의 성분이 피부에 도달하여 영양분을 공급하는데 한계가 있고, 먹는 식품으로 장내 건강을 향상시키고 피부에 영양분을 공급하여 피부미용증진 효과를 나타낼 수 있다는 인식의 변화가 일어남에 따라 피부미용증진과 피부노화방지에 효과가 있는 식품소재들을 찾아내고 이를 이용한 미용목적의 식품 소재개발이 활발히 진행되고 있다(12).

따라서 본 연구는 국내외에서 식용되는 식물을 대상으로 glycation 억제효능을 검색하여 최종당화산물에 의한 피부의 주름 생성을 억제하는 주름개선용 기능성 미용소재를 검토하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 수입향신료는 (주) 향원스파이스(충북)를 통해 국내에 수입된 것을 사용하였으며, 한약재는 경동시장에서, 기타 식용작물은 대형 할인마트에서 구입하여 사용하였다.

추출물의 제조

건조되지 않은 식용작물은 효소의 불활성화를 위해 5분간 스팀처리 한 후 절단, 동결건조 한 다음 실험에 사용하였다. 건조된 모든 시료는 분쇄기를 이용하여 분쇄한 후 각각 5g을 취하여 150 mL의 methanol로 2시간 동안 환류추출한

후 여과지(whatman No. 42)를 이용하여 여과한 다음 원심 분리(7,000 rpm, 30 min 4°C)하여 침전물과 상등액을 완전히 분리시켰다. 상등액은 감압 진공농축기로 추출용매가 없어질 때까지 농축하고, 동결건조를 실시하였다. 침전물은 80°C 건조기에서 잔류된 methanol을 제거하기 위하여 완전히 건조시킨 후 다시 물 150 mL을 가하여 2시간 동안 환류추출한 다음 농축, 동결건조를 실시하였다. 각 추출물은 실험에 사용되기 전까지 -70°C에서 보관하였으며 실험에 사용 시, 각 추출물은 각각의 추출용매에 10 mg/mL의 농도로 재용해한 후 실험에 사용하였다.

최종당화산물 생성 억제 효능 검색

Glycation 반응이 진행되면 산화, 축합 등의 일련의 복합적인 과정을 거쳐 여러 화합물이 혼재되어 있는 최종당화산물(AGEs)이 만들어진다. AGEs 화합물 중 일부는 형광을 띄게 되어(13) glycation 반응의 정도를 가늠할 수 있는 척도로 이용되고 있다. 그중 excitation 370 nm/emission 440 nm에서 나타내는 형광도는 일반적인 glycation 반응물의 정도를 나타내게 하는 수치로 알려져 있다(14).

반응물의 조제는 McPherson 등의 방법(15)을 일부 변형하여 Table 1과 같이 제조하였다. 반응물의 조제를 간략히 기술하면 0.1 M phosphate buffer(pH 7.0)에 fatty acid free bovine serum albumin(BSA, 5 mg/mL), 25 mM ribose, 1 mM diethylene triamine pentaacetic acid(DTPA)와 0.02% sodium azide를 각각 최종농도가 맞도록 혼합한 후 96 well black plate(Nunc, Denmark)에 180 µL씩 분주한 다음 각각의 시료(10 mg/mL)를 20 µL 넣어 시료의 농도를 최종 1 mg/mL로 하였다. 이때 당화반응이 일어나지 않은 대조군(A)에는 ribose를 혼합하지 않았으며 제조물에서 당화반응이 일어난 당화대조군(B), 각각의 시료처리군(C)을 제조하였다. 각 시료에 의한 형광도의 간섭을 배제하기 위하여 ribose를 넣지 않은 시료처리군(D)도 제조하였다. 반응 중 건조를 방지하기 위하여 완전히 밀봉한 다음 37°C 항온항습 배양기에서 7일간 반응을 진행시켰다. 반응이 종료된 다음 spectrophluorometer(VICTOR3™, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)를 이용하여 형광도를 ex=370 nm/em=440 nm에서 측정하였으며 각 시료는 3회 반복 실험하였다.

최종당화산물 생성억제 활성은 당화반응이 일어나지 않

Table 1. Reaction mixture in inhibitory activity assay of AGEs formation

| Component (final concentration) | Control (A) | Glycation (B) | Sample (C) | Blank of sample (D) |
|----------------------------------|-------------|---------------|------------|---------------------|
| 0.02% sodium azide | ● | ● | ● | ● |
| 100 mM DTPA ¹⁾ (1 mM) | ● | ● | ● | ● |
| 0.1 M phosphate buffer (pH 7.0) | ● | ● | ● | ● |
| BSA ²⁾ (5 mg/mL) | ● | ● | ● | ● |
| Ribose (25 mM) | | ● | ● | |
| Sample (1 mg/mL) | | | ● | ● |

¹⁾Diethylene triamine pentaacetic acid.

²⁾Bovine serum albumin.

Percent inhibition was determined as follows: Inhibition (%)=100-[(C-D)/(B-A)]×100}

은 대조군(A)을 100%로, 당화반응이 일어난 당화대조군(B)을 0%로 하여 각 시료의 최종당화산물 생성억제 활성을 나타내었으며, 시료의 경우 당화반응이 일어나지 않은 각 시료의 형광도를 배제한 값(C-D)을 사용하였다. 최종당화산물 생성억제 활성(%)의 결과는 평균±표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

피부는 외부환경에 노출되거나 내재적 인자에 의한 시간이 경과함에 따라 노화가 진행된다. 특히 세포외기질의 주요 구성 성분인 collagen은 피부의 섬유아세포에서 생성되는 주요 기질 단백질로 피부의 기계적 견고성, 결합조직의 저항력과 조직의 결합력, 세포 접착의 지탱, 세포 분할과 분화의 유도 등의 기능을 가지고 있다. 이러한 collagen의 안정성은 피부의 주름 형성과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다(16).

체내에서 glycation 반응은 식이를 통해 흡수된 포도당이나 포도당의 대사과정 중 생성된 carbonyl 화합물과 albu-

min, hemoglobin, collagen, low-density lipoprotein(LDL)과 같은 단백질의 ε-아미노그룹이나 N-말단 부위와 반응하여 몇 단계의 중간생성물을 거쳐 비가역적 반응 생성물로서 AGEs라고 불리는 최종당화산물을 만들게 된다(13). 이 반응의 특징은 매우 천천히 일어나는 반응이지만 우리 생체 내에서 자연적으로 일어나며 비가역적인 특징을 가지고 있다. 특히 당노가 유발된 쥐꼬리의 collagen에서 AGEs 화합물의 축적이 관찰되며 이런 AGEs 화합물은 collagen의 안정성과 관련이 있다고 많은 실험동물들을 통해 보고되고 있다(17-19). Cross-linking 된 collagen은 피부의 탄력성을 저하시키고 주름을 형성한다(17).

수종의 식용작물을 대상으로 glycation 억제 효능을 검색한 결과 서양향신료에서는 월계수잎(bay laurel, *Laurus nobilis*), 계피(cinnamon, *Cinnamomum loureirii*), 정향(clove, *Eugenia caryophyllate*), 오레가노(oregano, *Origanum vulgare*), 로즈마리(rosemary, *Rosemarinus officinalis*), 사보리(savory, *Satureja hortensis*), 팔각(star anis, *Illicium ve-*

Table 2. Inhibition for AGEs formation of western spices

| Common name | Scientific name | Used part | Inhibitory activity (%) | |
|-------------|---------------------------------------------|---------------|-------------------------|----------|
| | | | MeOH | Water |
| Allspice | <i>Pimenta diocalis</i> | Fruit | — | — |
| Anise | <i>Pimpinella aisum</i> | Seed | — | 6.0±0.5 |
| Basil | <i>Ocimm basilicum</i> | Leaf & flower | 12.2±2.8 | 26.2±0.8 |
| Bay laurel | <i>Laurus nobilis</i> | Leaf | 40.6±0.2 | 81.0±1.9 |
| Caraway | <i>Carum carvi</i> | Leaf & seed | — | — |
| Cardamom | <i>Elettaria caradamomum</i> | Seed | — | — |
| Celery | <i>Apium graveolens</i> L. | Root | — | 17.4±0.8 |
| Chive | <i>Allium schoenoprasum</i> | Leaf & root | — | — |
| Cinnamon | <i>Cinnamomum loureirii</i> | Leaf | 47.9±0.3 | 74.6±1.8 |
| Clove | <i>Eugenia caryophyllate</i> | Flower | 31.2±1.9 | 79.3±2.0 |
| Coriander | <i>Coriandrum sativum</i> | Whole | — | — |
| Cummin | <i>Cumium cyminum</i> | Root | 49.0±1.5 | — |
| Fenugreek | <i>Anethum graveolens</i> | Fruit | 33.3±1.3 | 63.0±1.3 |
| Fennel | <i>Foeniculum vulgare</i> | Whole | — | — |
| Horseradish | <i>Trigonella foenum-greacum</i> | Root | — | 38.4±1.3 |
| Mustard | <i>Armoracia rusticana</i> | Leaf & seed | — | — |
| Mace | <i>Myristica fragrans</i> Houtt | Fruit | — | 22.4±0.5 |
| Marjoram | <i>Mentha spp.</i> | Leaf & stem | 25.8±0.1 | 44.2±0.4 |
| Mint | <i>Mentha arvensis</i> Linne var. | Leaf | — | — |
| Mugwort | <i>Brassica alba</i> | Leaf | — | — |
| Mustard | <i>Myristica fragranas</i> Houtt | Seed | — | — |
| Nutmeg | <i>Myristica fragrans</i> | Seed | — | — |
| Oregano | <i>Origanum vulgare</i> | Leaf | 30.0±0.7 | 65.5±0.3 |
| Parslry | <i>Petroselinum crispum</i> | Leaf, seed | 37.9±0.0 | — |
| Chili | <i>Capsicum annum</i> | Fruit | — | — |
| Pimento | <i>Pimenta racemosa</i> | Fruit | — | — |
| Paprica | <i>Capsicum frutescens</i> | Fruit | — | — |
| Poppy seed | <i>Papaver somniferum</i> | Seed | — | — |
| Rosemary | <i>Rosemarinus officinalis</i> | Leaf, flower | 26.4±0.3 | 64.1±0.3 |
| Sage | <i>Salvia officinalis</i> | Leaf | — | 42.8±0.3 |
| Savory | <i>Satureja hortensis</i> | Leaf, flower | 52.3±1.2 | 52.3±1.2 |
| Star anis | <i>Illicium verum</i> Hooker | Fruits, seed | 32.0±0.7 | 63.3±0.2 |
| Tarragon | <i>Atremisia dracunculus dracunculoides</i> | Leaf, flower | — | — |
| Tumeric | <i>Curcuma longa</i> | Rhizome | — | — |

The final concentration of each extracts was 1 mg/mL. Data was expressed as relative activity (%) compared with control. The data are mean±SD of three experiment. —: Inhibitory effect was not detected.

rum) 추출물이 메탄올과 열수 추출물 모두에서 높은 활성을 보였으며(Table 2), 한약재로 많이 사용되는 식물 중에서는 북분자(blackberry, *Rubus coreanus*), 달개비(dayflower, *Commelina communtis*), 삼지구엽초(*Epimedium koreanum*, whole), 가자(*Terminalia chebula*), 해당

화(turkestan, *Rosa rugosa*)에서 메탄올 및 열수추출물 모두 glycation 억제 활성이 높았다(Table 3). 그러나 국내에서 식용되는 식물 중에서는 참취(*Aster scaber*)와 녹차(green tea, *Camellia sinensis*)의 메탄올 및 열수추출물이 높은 활성을 보였다(Table 4와 5). 한편, 국내에서 식용되는 해조류

Table 3. Inhibition for AGEs formation of medicinal plants

| Common name | Scientific name | Used part | Inhibitory activity (%) | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|-------------------------|-----------|
| | | | MeOH | Water |
| Acanthopanax | <i>Acanthopanax sessiliflorus</i> | Stem | — | — |
| Adeophora Frutus | <i>Adeophora tryphilla</i> var. <i>japonica</i> | Fruit | — | — |
| <i>Akebia quinata</i> | <i>Akebia quinata</i> | Stem | 42.7±1.0 | 23.1±0.5 |
| Asian euryale | <i>Euryale ferox</i> Salisb. | Fruit, seed | — | — |
| Astragalus Frutus | <i>Astragalus membranaceus</i> | Root | — | — |
| Bamboo leaf | <i>Sasa borealis</i> (Hack.) Makino | Leaf | 10.5±1.4 | 47.5±0.8 |
| Blackberry | <i>Rubus coreanus</i> | Fruit | 48.3±0.5 | 48.5±2.1 |
| Chaenomeles Fructus | <i>Chaenomeles sinensis</i> | Fruit | 5.8±0.3 | 37.4±1.3 |
| Chinese cucumber | <i>Trichosanthes kirilowii</i> Maxim | Whole | — | — |
| Chinese hawthorn | <i>Crataegus pinnatifida</i> | Fruit | 19.1±2.4 | 17.4±0.8 |
| Cichori | <i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i> | Root | 37.4±1.3 | 18.5±1.2 |
| Citrus | <i>Citrus Reticulatae</i> Pericarpium | Bark | 6.5±1.9 | 12.1±0.0 |
| <i>Citrus junos</i> | <i>Citrus junos</i> | Fruit | 2.8±1.4 | — |
| Coicis Semen | <i>Coix lachryma-jobi</i> | Seed | — | — |
| Curled mallow | <i>Malva verticillata</i> | Seed | 6.2±2.5 | — |
| Dayflower | <i>Commelina communitis</i> | Root bark | 57.4±0.7 | 57.8±3.6 |
| Dioscorea japonoca | <i>Dioscorea japonoca</i> | Root | — | — |
| Dodder | <i>Cuscuta chinensis</i> Lamark | Seed, fruit | 2.8±3.3 | 14.5± 0.9 |
| <i>Epimedium koreanum</i> | <i>Epimedium koreanum</i> | Leaf | 7.4±1.0 | — |
| <i>Epimedium koreanum</i> | <i>Epimedium koreanum</i> | Whole | 33.5±0.8 | 50.7±0.7 |
| <i>Eupatorium forunei</i> | <i>Eupatorium forunei</i> | Stem, Leaf | — | 1.3±0.7 |
| Farfarae flos | <i>Tussilago farfara</i> L. | Flower | 12.1±2.2 | — |
| Five-leaved aralia | <i>Acanthopanax sessiliflorus</i> | Whole | 17.1±1.1 | — |
| <i>Fritillaria ussuriensis</i> | <i>Fritillaria ussuriensis</i> | Stem, Leaf | — | — |
| Ginseng | <i>Panax ginseng</i> | Root | — | 8.4±2.2 |
| Hollyhock | <i>Althaea rosea</i> | Flower, seed, root | — | — |
| <i>Houttynia cordat</i> | <i>Houttynia cordat</i> | Whole | 13.2±0.3 | 26.3±0.3 |
| Japanese cornel dogwood | <i>Cornus officinalis</i> | Fruit | — | — |
| Kudzu | <i>Pueraria lobata</i> | Whole | — | 7.4±1.7 |
| Licorice | <i>Glycyrrhiza gabra</i> Linne | Root | — | — |
| Longan Arillus | <i>Dimocarpus longan</i> Lour | Seed | — | — |
| Lycii Fructus | <i>Lycium chinense</i> Mill | Fruit | — | — |
| Mongolian dandelion | <i>Taraxacum officinalis</i> | Whole | 8.6±1.1 | — |
| Moutan root bark | <i>Paeonia suffruticosa</i> | Root bark | 23.8±3.5 | 36.9±1.4 |
| Mugwort | <i>Artemisia asiatica</i> | Leaf, Stem | 0.0±1.9 | 2.9±1.0 |
| Ophiopogonis Radix | <i>Ophiopogonis japonicus</i> | Root | — | 3.0±2.1 |
| <i>Paeonia suffruticosa</i> | <i>Paeonia suffruticosa</i> | Root bark | 21.8±0.7 | 31.8±0.8 |
| <i>Plantago asiatica</i> | <i>Plantago asiatica</i> | Whole | 7.9±0.6 | 18.0±1.6 |
| Pomegranate | <i>Punica gratum</i> | Fruit | — | 19.0±2.5 |
| <i>Portulaca oleracea</i> | <i>Portulaca oleracea</i> | Whole | 14.3±2.0 | 10.6±1.4 |
| <i>Pueraria thumbergian</i> | <i>Pueraria thumbergian</i> | Root | — | — |
| Safflower | <i>Carthamus tinctorius</i> | Pollen | 18.5±1.2 | — |
| Schizandrae Fructus | <i>Schizandra chinensis</i> (Turcz.) Baill | Fruit | — | — |
| Sweet flag | <i>Acorus calamus</i> var. <i>angustatus</i> Bess | Rhizome | — | — |
| <i>Taraxcum platycapum</i> | <i>Taraxcum platycapum</i> | Whole | 3.3±1.4 | — |
| <i>Terminalia Frutus</i> | <i>Terminalia chebula</i> | Fruit | 44.6±2.1 | 55.9±2.6 |
| Trifoliolate orange | <i>Poncirus trifoliolate</i> | Fruit | — | — |
| Turkestan rose | <i>Rosa rugosa</i> Thunberg | Whole | 61.1±1.1 | 74.2±1.3 |
| Wax leaf privet | <i>Ligustrum japonicum</i> Thunberg | Fruit | 29.6±4.3 | — |
| Yam | <i>Dioscorea batatas</i> Decaisae | Root | — | 5.3±2.7 |
| <i>Zanthaxylum Frutus</i> | <i>Zanthaxylum schinifolium</i> | Fruit | — | 1.2±1.0 |

The final concentration of each extracts was 1 mg/mL. Data was expressed as relative activity (%) compared with control. The data are mean±SD of three experiment. —: Inhibitory effect was not detected.

Table 4. Inhibition for AGEs formation of Korean vegetables

| Common name | Scientific name | Used part | Inhibitory activity (%) | |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|------------|-------------------------|----------|
| | | | MeOH | Water |
| <i>Allium wakegi</i> ARAKI | <i>Allium wakegi</i> ARAKI | Whole | — | — |
| <i>Aster scaber</i> | <i>Aster scaber</i> THUNB | Leaf | 48.3±0.5 | 48.5±2.1 |
| Bellflower | <i>Platycodon grandiflorum</i> | Root | — | — |
| Butterbur | <i>Petasites japonicus</i> | Leaf | — | 2.8±2.4 |
| <i>Capsella bursapastoris</i> | <i>Capsella bursapastoris</i> | Whole | 7.4±1.0 | — |
| <i>Codonopsis lanceolata</i> | <i>Codonopsis lanceolata</i> Trautv. | Root | 2.8±2.4 | — |
| Curled mallow | <i>Malva verticillata</i> | Leaf | — | — |
| Dropwort | <i>Oenanthe siolonifera</i> | Stem, leaf | — | — |
| Garland chrysanthemum | <i>Chrysanthemum coronarium</i> L. | Leaf | — | 19.0±2.5 |
| Garlic | <i>Allium sativum</i> | Leaf | — | — |
| Garlic | <i>Allium sativum</i> | Stem | — | 9.1±0.9 |
| Indian mustard | <i>Brassica juncea</i> var. | Leaf | — | 8.4±2.2 |
| <i>Ixeris dentata</i> | <i>Ixeris dentata</i> | Whole | 5.8±0.3 | 37.4±1.3 |
| Leaf mustard | <i>Brassica juncea czerniak et coss</i> | Leaf | — | — |
| Leek | <i>Allium tuberosum</i> Rottler | Whole | — | — |
| Lotus root | <i>Nelumbo nucifera</i> | Root | — | 3.1±1.3 |
| <i>Pimpinella brachycarpa</i> | <i>Pimpinella brachycarpa</i> | Whole | 8.4±2.8 | 15.9±1.2 |
| <i>Pimpinella brachycarpa</i> | <i>Pimpinella brachycarpa</i> | Leaf | — | — |
| Red pepper | <i>Capsicum anuum</i> | Leaf | — | 64.0±0.5 |
| Sesame leaf | <i>sesamumindicum linnaeus</i> | Leaf | 30.0±0.5 | 36.1±3.2 |
| Shepherd's purse | <i>Capsella bursa-pastoris</i> Medicus | Whole | — | — |
| Stonecrop, sedum | <i>Sedum sarmentosum</i> BUNGE | Whole | — | — |
| Swiss chard | <i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>flavescence</i> DC | Leaf | — | 1.8±2.0 |
| Taro | <i>Colocasia antiquorum</i> Schott | Root | — | — |
| Water dropwort | <i>Oenanthe stolonifera</i> | Stem | 0.0±1.9 | 1.8±2.0 |
| White pepper | <i>Pipper nigrum</i> | Fruit | — | — |
| Wild chive | <i>Allium monanthum</i> | Whole | 8.6±1.1 | — |

The final concentration of each extracts was 1 mg/mL. Data was expressed as relative activity (%) compared with control. The data are mean±SD of three experiment. —: Inhibitory effect was not detected.

Table 5. Inhibition for AGEs formation of others plants

| Common name | Scientific name | Used part | Inhibitory activity (%) | |
|--------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|----------|
| | | | MeOH | Water |
| Apricot | <i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i> | Fruit | — | 16.5±1.8 |
| Bamboo sprout | <i>Phyllostachys reticulata</i> | Sprout | — | — |
| Barley | <i>Hordeum vulgare</i> | Fruit | 18.5±1.2 | — |
| Befsteak plant | <i>Perilla frutescens</i> | Whole | — | — |
| Benincasae Fructus | <i>Benincasa cerifera</i> Savi | Fruit, seed, leaf | — | — |
| Black sesame | <i>Sesamum indicum</i> | Fruit | — | 34.2±0.6 |
| Broccoli | <i>Brassica oleracea</i> | Flower | — | — |
| Brown rice | <i>Oryzae sativa</i> | Seed | — | — |
| Carrot | <i>Meloidogyne hapia</i> | Root | — | — |
| Cauliflower | <i>Brassica oleracea</i> | Flower | — | — |
| Corn | <i>Zea mays</i> | Fruit | — | — |
| Corn salad | <i>Valerianella locusta</i> | Inedible | — | — |
| Day lily | <i>Hemerocallis fulva</i> | Root, flower | — | — |
| Endive | <i>Cichorium endivia</i> | Leaf | — | — |
| Green tea | <i>Camellia sinensis</i> | Leaf | 62.1±1.9 | 70.9±0.7 |
| Jujube | <i>Zizyphus jujuba</i> Miller | Fruit | 9.1±0.9 | — |
| Kaki | <i>Disopyrus kaki</i> | Fruit | — | 43.7±0.5 |
| Kale | <i>Brassica oleracea</i> | Root | — | — |
| Onion | <i>Allium cepa</i> L. | Fruit | — | 19.0±2.5 |
| Pak choi | <i>Brassica campestris</i> var. <i>chinensis</i> | Leaf | — | — |
| Perilla | <i>Perilla frutescens</i> Britton var. | Seed | — | 8.4±2.2 |
| Pine nuts | <i>Pinus koraiensis</i> | Fruit | — | — |
| Pumpkin | <i>Cucurbita moschata</i> | Fruit | — | 5.3±1.8 |
| Radish | <i>Papharus acanthiformis</i> | Bud | — | — |
| Radish | <i>Raphanus sativus</i> | Root | — | — |
| Red bean | <i>Phaseolus angularis</i> | Seed | — | — |

Table 5. Continued

| Common name | Scientific name | Used part | Inhibitory activity (%) | |
|-------------------------|------------------------------|-----------|-------------------------|----------|
| | | | MeOH | Water |
| <i>Ricinus communis</i> | <i>Ricinus communis</i> | Seed | - | - |
| Sesame | <i>Sesamum indicum</i> | Seed | - | - |
| Spinach | <i>Spinacia oleracea</i> | Leaf | - | - |
| Sunflower | <i>Helianthus annuus</i> L. | Seed | - | - |
| Sweet potato | <i>Ipomoea batatas</i> | Root | - | - |
| Walnut | <i>Juglans sinensis</i> Dode | Seed | - | 29.0±4.3 |
| Wheat | <i>Triticum aestivum</i> | Fruit | - | 8.0±1.0 |

The final concentration of each extracts was 1 mg/mL. Data was expressed as relative activity (%) compared with control. The data are mean±SD of three experiment. -: Inhibitory effect was not detected.

를 대상으로 검색한 결과에서는 활성을 보이는 시료는 없었다(결과 생략).

Oxlund와 Andreassen(20)은 당뇨쥐에서 glycation 반응을 억제하는 aminoguanidin(AG)을 경구투여한 쥐에서 비투여군보다 collagen의 안정성과 길이를 증가시켰다고 보고하였다. 본 연구결과 가장 높은 glycation 억제 효능을 보인 녹차의 경우 이미 주름생성 억제 효능은 많이 보고되어 있다(21,22). Chang의 임상연구 결과(21)에 따르면 매일 2년간 녹차추출물 250 mg을 섭취한 그룹에서 비섭취군에 비해 주름 개선 효능이 관찰되었다고 보고하였다. Kaul(22)의 연구결과에 따르면 rosemary와 그 밖의 성분을 이용한 크림을 사용한 경우 주름과 피부의 탄력을 증진시킨다고 보고하였다. 그 밖에도 본 연구결과 높은 활성을 보였던 계피, 정향, 월계수, 사보리, 오레가노의 정유 성분은 이미 피부를 위한 아로마 치료의 소재로 많이 이용되고 있다(23). 북분자는 예로부터 우리나라 여인들에 의해서 애용되었으며 현재 주름개선 제품이 국내 화장품회사인 스킨푸드사에서 제품으로 출시되었다.

피부와 식습관과의 관계는 매우 중요하다. 건강식품 분야에서 피부에 대한 관심이 고조되고 있어 최근에는 주름개선을 겨냥한 ‘먹는 collagen’이라는 개념을 이용한 제품들이 출시되고 있다(24). Collagen과 피부 주름과의 상관성은 이미 많은 연구를 통해 입증되었다. 본 연구는 국내외에서 식용되고 있는 수종의 식용 작물을 대상으로 검색한 결과 높은 활성을 보이는 작물은 현재 피부에 다양한 방법으로 사용되고 있으나 대부분 과학적인 연구결과라기보다는 전통적인 이용 사례를 바탕으로 사용되고 있다. 이러한 소재들이 반드시 glycation 억제 효능을 바탕으로 주름개선 활성을 나타내는지는 아직 확실하지는 않다. 그러나 본 연구결과 높은 glycation 생성 억제활성을 보이는 식용작물은 glycation이 혈액 내에서 생성되는 것을 감안하면 피부미용증진을 위한 먹는 화장품의 연구소재로 충분한 가능성이 있는 것을 확인하였다. 또한 본 연구 결과를 바탕으로 높은 활성을 보이는 소재의 glycation 억제활성의 지표성분의 연구 및 그 작용기전, 안전성 등 피부 주름개선에 대한 깊이 있는 연구가 진행된다면 기능성식품 소재 및 화장품 소재로서의 가치가 충분

하다고 생각된다.

요 약

피부의 주름은 노화과정의 결과로 유도되어지는데, 비효 소적 glycation 반응은 주름생성의 원인 중에 하나로 단백질의 비가역적 가교결합에 의해 생성된 최종당화산물(AGEs)이라고 불리는 갈색화합물을 생성한다. 비교적 반감기가 긴 collagen은 쉽게 glycation이 일어나고 collagen의 가교결합(cross-linking)이 일어나면서 여러 단계의 반응을 거쳐 최종적으로 생성된 AGEs가 피부에 축적되어 피부의 탄력감소 및 주름을 일으킨다고 알려져 있다. 피부 내에 glycation된 collagen의 축적은 피부의 탄력성을 유지하는 것을 방해한다. 수종의 식용작물로부터 항주름소재 개발하기 위하여 메탄올 및 열수추출물을 조제한 후 AGEs 형성을 억제하는 활성을 검색하였다. 먼저 서양향신료 중에서는 월계수잎, 계피, 정향, 오레가노, 로즈마리, 사보리, 팔각과 한약재 중에서는 북분자, 달개비, 삼지구엽초, 가자와 해당화의 메탄올 및 열수추출물에서 최종당화산물 생성 억제활성이 높았다. 그러나 국내 식물 중에서는 단지 참취 및 녹차 추출물의 메탄올과 열수추출물만이 높은 활성을 보였으며 해조류 중에서는 활성이 높은 시료는 없었다.

문 헌

1. Park S-H, Hong Y, Choi YJ, Choi JH, Kim BK. 2008. Antiwrinkle effects of mugwort (*Artemisia vulgaris*) extracts on UVB-irradiated hairless mouse skin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1136-1141.
2. Kang S, Cho S, Chung JH, Hammerberg C, Fisher GJ, Voorhees JJ. 2005. Inflammation and extracellular matrix degradation mediated by activated transcription factors nuclear factor-κB and activator protein-1 in inflammatory acne lesions *in vivo*. *Am J Pathol* 166: 1691-1699.
3. Radi R, Beckman JS, Bush KM, Freeman BA. 1991. Peroxynitrite-induced membrane lipid peroxidation: the cytotoxic potential of superoxide and nitric oxide. *Arch Biochem Biophys* 288: 481-487.
4. Maillard-Lefebvre H, Boulanger E, Daroux M, Gaxatte C, Hudson BI, Lambert M. 2009. Soluble receptor for advanced glycation end products: a new biomarker in diagnosis and

- prognosis of chronic inflammatory diseases. *Rheumatology (Oxford)* 48: 1190-1196.
5. Sell DR, Kleinman NR, Monnier VM. 2000. Longitudinal determination of skin collagen glycation and glycoxidation rates predicts early death in C57BL/6NNIA mice. *FASEB J* 14: 145-156.
 6. Genuth S, Sun W, Cleary P, Sell DR, Dahms W, Malone J, Sivitz W, Monnier VM. 2005. Glycation and carboxymethyllysine levels in skin collagen predict the risk of future 10-year progression of diabetic retinopathy and nephropathy in the diabetes control and complications trial and epidemiology of diabetes interventions and complications participants with type 1 diabetes. *Diabetes* 54: 3103-3111.
 7. Eika B, Levin RM, Longhurst PA. 1992. Collagen and bladder function in streptozotocin-diabetic rats: effects of insulin and aminoguanidine. *J Urol* 148: 167-172.
 8. Kelly DJ, Gilbert RE, Cox AJ, Soulis T, Jerums G, Cooper ME. 2001. Aminoguanidine ameliorates overexpression of prosclerotic growth factors and collagen deposition in experimental diabetic nephropathy. *J Am Soc Nephrol* 12: 2098-2107.
 9. Klandorf H, Zhou Q, Sams AR. 1996. Inhibition by aminoguanidine of glucose-derived collagen cross-linking in skeletal muscle of broiler breeder hens. *Poult Sci* 75: 432-437.
 10. Kochakian M, Manjula BN, Egan JJ. 1996. Chronic dosing with aminoguanidine and novel advanced glycosylation end product-formation inhibitors ameliorates cross-linking of tail tendon collagen in STZ-induced diabetic rats. *Diabetes* 45: 1694-1700.
 11. Ahn JY, Bae JH. 2005. Evaluation of biological activities on the extractives of pinaceae. *J Soc Cosmet Sci Kor* 31: 121-125.
 12. Miller CC, Tang W, Ziboh VA, Fletcher MP. 1991. Dietary supplementation with ethyl ester concentrates of fish oil (*n*-3) and borage oil (*n*-6) polyunsaturated fatty acids induces epidermal generation of local putative anti-inflammatory metabolites. *J Invest Dermatol* 96: 98-103.
 13. Baynes J, Monnie V. 1989. *The Maillard reaction in aging, diabetes, and nutrition*. Alan R, ed. Liss Inc, New York, USA. p 277-290.
 14. Stephan ZF, Yurachek EC. 1993. Rapid fluorometric assay of LDL receptor activity by DiI-labeled LDL. *J Lipid Res* 34: 325-330.
 15. McPherson JD, Shilton BH, Walton DJ. 1988. Role of fructose in glycation and cross-linking of proteins. *Biochemistry* 27: 1901-1907.
 16. Liu B, Xu Z, Yu R. 1994. Experimental and clinical observation on wrinkle correction by medical cosmetic collagen injection. *Zhongguo YiXue Ke Xue Yuan Xue Bao* 16: 197-200.
 17. Bruel A, Oxlund H. 1996. Changes in biomechanical properties, composition of collagen and elastin, and advanced glycation endproducts of the rat aorta in relation to age. *Atherosclerosis* 127: 155-165.
 18. Odetti P, Pronzato MA, Noberasco G, Cosso L, Traverso N, Cottalasso D, Marinari UM. 1994. Relationships between glycation and oxidation related fluorescences in rat collagen during aging. An *in vivo* and *in vitro* study. *Lab Invest* 70: 61-67.
 19. Turk Z, Misur I, Turk N, Benko B. 1999. Rat tissue collagen modified by advanced glycation: correlation with duration of diabetes and glycemic control. *Clin Chem Lab Med* 37: 813-820.
 20. Oxlund H, Andreassen TT. 1992. Aminoguanidine treatment reduces the increase in collagen stability of rats with experimental diabetes mellitus. *Diabetologia* 35: 19-25.
 21. Chang AL. 2009. A 2-year, double-blind, randomized, placebo-controlled trial of oral green tea polyphenols on the long-term clinical and histologic appearance of photoaging skin. *J Am Acad Dermatol* 60: AB29.
 22. Kaul N. 2007. Clinical evaluation of a new concentrated restorative cream acting on wrinkles, fine lines and loss of firmness. *J Am Acad Dermatol* 56: AB96.
 23. Health WN. Aromatherapy information. Available at: <http://www.wlnaturalhealth.com>
 24. ORBIS. Citrus collagen. Available at: <http://www.orbis.co.kr>

(2009년 11월 9일 접수; 2009년 12월 21일 채택)