

Comparison of physiological activities and of useful compounds between new and waste bulbs of different lily (*Lilium davidii*) varieties

Tae Gyu Yi¹, Yeri Park¹, Su Jin Yang², Jung Dae Lim², Sang Un Park³, Kyong Cheul Park^{4*}, Nam Il Park^{1*}

¹Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, 7 Jukheon-Gil, Gangneung 25457, Korea

²Department of Herbal Medicine Resource, Kangwon National University, 346 Hwangjo-Gil, Samcheok 25949, Korea

³Department of Crop Science, Chungnam National University, 99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34134, Korea

⁴Department of Agriculture and Life Industry, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

*Corresponding author: kyongcheul.park@kangwon.ac.kr, nipark@gwnu.ac.kr



OPEN ACCESS

Citation: Yi TG, Park YR, Yang SJ, Lim JD, Park SU, Park KC, Park NI. 2016. Comparison of physiological activities and of useful compounds between new and waste bulbs of different lily (*Lilium davidii*) varieties. Korean Journal of Agricultural Science 43:734-741.

DOI: <http://dx.doi.org/10.7744/kjoas.20160076>

Editor: Jongyun Kim, Korea University, Korea

Received: September 19, 2016

Revised: December 6, 2016

Accepted: December 29, 2016

Copyright: ©2016 Korean Journal of Agricultural Science.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

Lily (*Lilium davidii*) is a high-yielding flowering plant. Besides roses and chrysanthemums, lily bulbs have long been used as food and in oriental medicine. However, the usage and value of cut lily bulbs has not been recognized. A bulb whose yield has been decreased is called a waste bulb, and a large amount of such bulbs is discarded every year. In this study, the functionality of waste bulbs from cut lilies was investigated to explore their potential use as a value-added product. We divided lily bulbs into two groups, one group with six varieties of new bulbs (Medusa, Siberia, Woori Tower, Yelloween, Le Reve, and Morning Star) used for cultivation and the other group with six varieties of waste bulbs (Medusa, Siberia, Woori Tower, Yelloween, Sorbonne, and Sheila). Physiological activities (α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl: DPPH) and 3-ethylbenzthiazolone-6-sulfonic acid (ABTS) radical scavenging capability and tyrosinase inhibiting activity), the amount of total as well as eight individual phenolic compounds (chlorogenic acid, epicatechin, rutin hydrate, *p*-coumaric acid, kaempferol 3-O- β -rutinoside, phloridzin dihydrate, myricetin, and quercetin), and total flavonoid content were measured in the bulbs by high performance liquid chromatography. We detected high amounts of total phenol and total flavonoid as well as high DPPH and ABTS radical scavenging ability. More tyrosinase inhibiting activity was detected in the new bulbs than in the waste bulbs. However, both the new and waste bulbs showed a higher inhibitory activity than the standard (100 ppm ascorbic acid). Although the content of phenolic compounds differed among varieties, under the conditions of the experiment, the most abundant phenolics were epicatechins, followed by chlorogenic acid, and rutins. Overall, the waste bulbs had a higher content of these compounds than the new bulbs. Based on these results, we concluded that bulbs from cut lilies could be used as functional foods in the future and farmers could expect economic gain from the hitherto neglected waste bulbs.

Keywords: *Lilium davidii*, new bulb, phenolic compound, physiological activity, waste bulb

Introduction

백합(*Lilium*) 속에는 110여종의 식물이 존재하고 순수 우리말로는 나리라고 한다. 백합은 절화류 수출시장의 약 42% 정도를 차지하고 있는 화훼 작물이며, 높은 수출률을 자랑하고 있지만, 농가에서는 값비싼 해외 산 종구 수입에 대한 의존도가 높아 생산여건이 어렵다는 문제점을 안고 있다. 값비싼 대가를 지불하면서 수입한 종구는 일정 기간 재배 후 꽃의 생산력이 떨어지게 되면 무분별하게 폐기되고 있는 상황이다. 백합의 재배과정에서 구근의 수입 비용이 생산비의 50 - 60% 차지하고 있기에 구근의 소비력은 경영비 상승에 크게 작용하고 있다.

국민소득증가로 인하여 건강에 대한 관심이 계속 높아지고 있으며, 그에 따라서 기능성 식품 및 제품들을 찾는 소비자들이 많아졌다. 백합의 구근을 발효시켜 술로 담가 먹으면 색감과 향미가 좋아지고(Lee et al., 2008), 분말로 만들어 빵의 반죽에 함께 넣으면 식감과 향미, 맛이 좋아진다고 보고되었다(Joung et al., 2010). 그뿐만 아니라 백합 구근은 예로부터 기관지, 폐렴, 염증 등의 약리적인 재료로서도 많이 사용되었는데 Huh et al., 1994(), 이렇게 다양한 백합 구근의 기능성은 다양한 소비자들의 기대를 부응시킬 수 있는 충분한 이유가 있다. 뿐만 아니라 백합의 추출물은 멜라닌 생성을 억제한다는 결과가 발표 되었으며(Yoon et al., 2014), 뇌 조직 및 신장에서의 지질산화 억제(Kim et al., 2005), 각 부위별 항산화 및 항균효과를 연구한 결과도 발표 된 바 있다(Joung et al., 2007). 이처럼 백합의 추출물을 이용한 식품 및 제품의 원료로서의 가능성을 보기 위한 노력이 이어지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 농가에서 버려지는 폐 백합 구근들의 품종 간 항산화능, 미백능과 같이 천연물 원료로 이용할 수 있는 생리활성의 차이를 살펴보고 각 품종 별 폐구들이 지니고 있는 페놀화합물들의 함량 가치를 평가하여 새로운 부가가치 창출을 위한 화장품 및 식품의 원료로 재활용 가능성을 제시하고 이로 인하여 백합 농가의 소득 증대와 안정성을 기대 할 수 있을 것이다.

Materials and Methods

백합 계통 및 추출물, 시료 조제

실험에 사용된 백합 구근은 농가에서 특별한 처리를 거치지 않고 제공받았으며, 농가의 노지에 심겨지기 전 상태의 신구와 4 - 5년 재배하여 생산량이 떨어진 폐구들로 나누어 진행하였다. 신구의 시료들로는 메두사, 시베리아, 우리타워, 옐로윈, 소르본느, 쉐라 총 6종의 백합 구근들이 사용되었고, 폐구의 시료들은 메두사, 시베리아, 우리타워, 옐로윈, 르레브, 하늘나리 총 6종의 백합구근들이 사용되었으며, 각 계통별로 무작위로 6개씩 선발 혼합하여 사용하였다. 선발된 구근들은 물로 세척한 다음 상온에서 자연건조 시켜 구근 표면의 습기를 제거한 후 -72°C 냉동고에 냉동 보관하였다. 이후 동결건조 하여 분말로 곱게 균질화 시킨 후 사용하였다.

생리활성 실험은 총 페놀, 총 플라보노이드 함량 측정과 항산화능을 측정하기 위한 α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl (DPPH), 3-ethylbenzthiazolone-6-sulfonic acid (ABTS) radical 소거능 실험 및 미백능을 보기 위한 tyrosinase 저해활성 실험으로 진행되었다. 균질화 된 시료를 70% 에탄올로 압실에서 2일간 추출한 다음 여과 후 감압농축 하였으며, HPLC를 이용한 페놀화합물 분석의 경우, 균질화 된 시료 0.1 g을 1.5 mL 튜브에 담아 95% 메탄올을 각각 1.2 mL씩 넣어주었으며, 2시간 동안의 초음파 처리를 거친 후, 30초간의 원심분리를 통하여 상층액을 채취 한 뒤, 1 mL을 0.2 μ m syringe filter에 여과시켜 사용하였다.

추출물의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

총 페놀화합물 및 플라보노이드 함량 분석 중 추출물에 대한 총 페놀화합물 함량은(Anesini et al., 2008)의 방법을 변형하여 수행하였다. 에탄올로 추출물을 1,000 ppm으로 희석한 후 각 추출물 100 μ L에 folin-ciocalteu reagent 50 μ L를 가한 후 3분간 방치하고 20% Na_2CO_3 용액 300 μ L를 처리하였다. 15분 후 D.W (distilled water) 1 mL를 첨가한

다음 원심분리 하고 상층액을 채취하여 사용하였다. 흡광도 값은 738 nm에서 측정하였고 표준물질인 gallic acid를 사용하여 검량 선을 작성하였다.

총 flavonoid 함량은 Choi et al. (2003)의 방법을 변형하여 수행하였다. 추출물을 10,000 ppm으로 희석한 뒤 각 추출물 500 μ L에 10% aluminium nitrate 100 μ L와 1 M potassium acetate 100 μ L를 첨가한 후 40분 뒤에, 405 nm의 흡광도 값에서 측정하였다. 표준물질인 quercetin을 사용하여 검량 선을 작성하였다.

추출물의 DPPH, ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS radical의 소거활성은 Re et al. (1999)의 방법을 변형하여 수행하였다. ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 1:1 비율로 섞어 하루 동안 암실에 방치한 후, PBS buffer에 738 nm에서 흡광도 0.7 ± 0.03 값이 나오도록 희석하여 사용하였다. 추출물 들은 100 ppm, 500 ppm, 1,000 ppm으로 희석한 뒤 각 추출액 10 μ L에 희석된 ABTS 용액 190 μ L을 가하여 흡광도의 변화를 암실에서 10분간 둔 후에 738 nm에서 측정하였다. 표준물질로서 ascorbic acid를 사용하였다. 각 시료의 radical 소거능은 전자 공여능으로 계산하여 IC₅₀ 값으로 나타내었다.

DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical의 소거활성은 Blois MS (1958)의 방법을 변형하여 수행하였다. 100 ppm, 500 ppm, 1,000 ppm으로 희석된 각 추출물 100 μ L에 0.15 mM DPPH 용액 (99.9% ethanol에 용해) 100 μ L를 첨가한 후 519 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였으며, 표준물질로는 ascorbic acid를 사용하였다. 각 시료의 라디칼 소거능은 전자 공여능으로 계산하여 IC₅₀ 값으로 나타내었다.

In vitro tyrosinase 저해활성분석을 통한 추출물의 미백능 측정

Tyrosinase 저해활성 측정은 Yagi et al. (1986)의 방법을 변형하여 수행하였다. 67 mM sodium phosphate buffer (pH 6.8) 80 μ L에 25 mM L-DOPA (3, 4-dihydroxy-1-phenylalanine)을 녹인 기질액 40 μ L 및 시료용액 40 μ L와 125 unit tyrosinase 40 μ L를 첨가하여 37°C에서 30분 간 반응시키고 반응액 중에 생성된 DOPA chrome을 흡광도 405 nm에서 측정하였다. 표준물질로는 ascorbic acid를 사용 하였다. 각 시료의 tyrosinase 저해활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었다.

페놀 화합물 및 함량 분석

HPLC 분석 실험에 사용된 기기로는 HPLC/UV-vis은 시료 자동 주입기가 장착된 Agilent 사(Palo Alto, CA, USA)의 Agilent 1100 series HPLC를 사용했으며, 분리된 각 물질의 확인을 위해 UV-vis 검출기(Agilent 1100 series MSD VL)를 사용하였으며, 컬럼은 Waters 사 (Milford, MA, USA)의 C18 컬럼의 XTerra RP18으로써 크기는 4.6 × 250 mm이며, 입자크기는 5 μ m인 것을 사용하였으며, 사용 용매로는 이동상 A는 물(아세트산 0.5%), 이동상 B는 아세트 나이트릴(아세트산 0.1%)을 사용하였고, 유속은 0.7 mL/min, 주입량은 10 μ L, 컬럼 온도는 25°C를 유지하였다. 흡수 파장대는 기존에 밝혀졌던 대로 200 μ m - 400 μ m 사이의 파장을 참고로 하였으며, 용매의 조성 또한 당시 시행했던 조건을 참고 하였다(Jin et al., 2012). 각각의 샘플들의 흡수파장은 370 nm, 310 nm, 280 nm, 260 nm로 각각의 4가지 흡수파장에서 분석하였다. 용매의 조성변화는 초기에 이동상 B를 10%에서 시작하여 5분까지는 10%를 유지 해주다가 5분에서 40분까지는 50%로 증가 시켜 주었다가 40분에서 50분까지는 50%를 유지시켜주고 50분에서 52분에서 80%로 증가시켜 주었다. 52분에서 57분까지는 80%로 유지 시켜 주었으며 이후에, 10%로 낮추어 주었다. 사용된 표준물질들은 chlorogenic acid, epicatechin, rutin hydrate, *p*-coumaric acid, kaempferol 3-O- β -rutinoside, phloridzin dihydrate, myricetin, quercetin 총 8 종류를 사용하였다.

통계 분석

통계분석은 SAS software(SAS 1998)를 이용하여 분산분석(ANOVA)하였고, 각 측정 평균값의 유의성은 $p < 0.0001$ 수준으로 Duncan's multiple range test 분석을 하였다.

Results and Discussion

신구와 폐구의 계통별 총 페놀 및 플라보노이드 함량 차이

페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 식물체가 지니고 있는 다양한 기능에 밀접하게 관여하며 항산화, 항균 등의 생리활성 효과를 가진다(Joung et al., 2007). 본 연구에서 폐구 및 신구의 페놀 함량은 Fig 1과 같다.

각 구근들의 총 페놀함량 측정결과 전반적으로 신구보다 폐구에서 더 높은 함량이 나타났으며, 각 구근별로 높게 나타난 순서는 폐구: 옐로윈 > 르레브 > 시베리아 > 메두사 > 우리타워 > 하늘나리, 신구: 옐로윈 > 시베리아 > 메두사 > 실라 > 소르본느 > 우리타워 순으로 나타났다. 두 경우 모두 옐로윈이 폐구와 신구에서 모두 가장 높은 함량을 보였으며, 폐구와 신구의 함량을 비교한 결과 폐구에서 옐로윈이 0.108 gae mg/g로 신구의 옐로윈 0.0797 gae mg/g 보다 높은 함량을 보였고 시베리아, 메두사, 우리타워에서 모두 폐구가 신구보다 높은 총 페놀 함량을 보였다.

플라보노이드 함량 또한 신구와 폐구 모두 옐로윈 계통이 가장 높게 나타났다. 폐구에서는 옐로윈 > 르레브 > 시베리아 > 메두사 > 우리타워 > 하늘나리 순으로 함량이 높게 나타났으며, 신구에서는 옐로윈 > 시베리아 > 메두사 > 소르본느 > 실라 > 우리타워 순서로 많은 함량을 보였다. 신구와 폐구간의 총 플라보노이드 물질의 함량을 비교한 결과 폐구에서 옐로윈이 0.0456 QE mg/g로 신구의 0.0249 QE mg/g보다 높은 함량을 보였고 시베리아, 메두사, 우리타워 모두에서 폐구가 신구보다 높은 총 플라보노이드 함량을 보였다(Fig. 2).

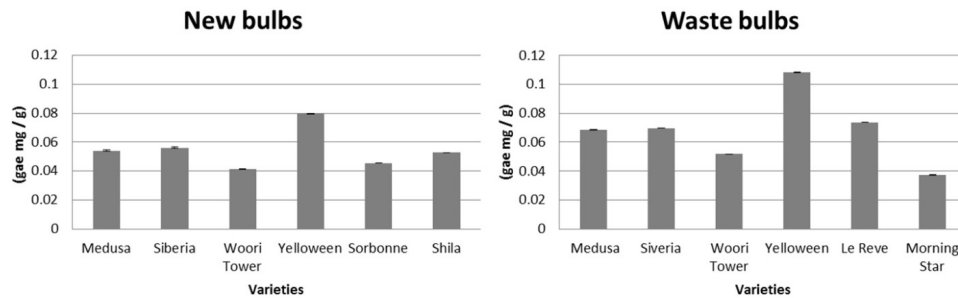


Fig. 1. Total phenolic contents in new and waste bulbs from six lily varieties. The data represent the average values of three replicates in independent experiments, and the error bars reflect mean \pm SD (standard deviation) values. gae: gallic acid equivalent.

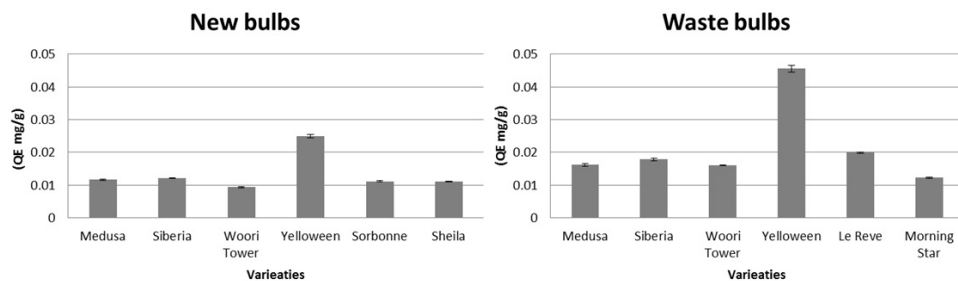


Fig. 2. Total flavonoid contents in new and waste bulbs from six lily varieties. The data represent the average values of three replicates in independent experiments, and the error bars reflect mean \pm SD (standard deviation) values. QE: quercetin equivalent.

신구와 폐구의 계통별 ABTS 라디칼 소거능 비교

ABTS radical 소거 활성은 항산화성 물질에 의해 제거되어 radical 특유의 청록색이 탈색되는 것을 이용한 항산화력의 측정법이며 측정된 결과는 다음과 같이 나타났다(Table. 1). 각 시료와 양성대조군의 라디칼 소거능을 전자공여능으로 계산한 뒤 IC₅₀ 값으로 나타내었다. 각 계통 간 항산화 능력을 IC₅₀ 값으로 나타내었을 때 폐구의 옐로윈(0.894 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 옐로윈(1.153 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 르레브(1.339 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 시베리아(1.382 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 메두사(1.411 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 소르본느(1.726 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 메두사(1.868 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 쉘라(2.083 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 우리타워(2.594 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 하늘나리(2.452 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 시베리아(2.739 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 우리타워(3.185 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 의 순으로 ABTS radical 소거능을 보였다.

Table 1. ABTS radical scavenging activity of new and waste bulbs from six lily varieties.

Bulb	ABTS	Ascorbic acid	Medusa	Siberia	Woori tower	Yelloween	Sorbonne	Sheila
New bulb	EDA (%)	63% ± 0.01a	24% ± 0.01fe	14% ± 0.02g	12% ± 0.01g	42% ± 0.01c	27% ± 0e	21% ± 0.02f
	IC ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.04a	1.868 ± 0.04e	2.739 ± 0.1h	3.185 ± 0.12i	1.153 ± 0.02c	1.726 ± 0.05e	2.083 ± 0.12f
Waste bulb	EDA (%)	63% ± 0.01a	34% ± 0.03d	35% ± 0.02d	16% ± 0.02g	54% ± 0.03b	36% ± 0.03d	15% ± 0.00g
	IC ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	0.04a	1.411 ± 0.08d	1.382 ± 0.07d	2.594 ± 0.19gh	0.894 ± 0.04b	1.339 ± 0.09cd	2.452 ± 0.2g

Means in a row with different letters are significantly different ($p < 0.0001$).

신구와 폐구의 계통별 DPPH 라디칼 소거능 비교

DPPH radical 소거능은 항산화물질에 의해 환원되어 자색에서 노란색으로 탈색되는 성질을 이용한 항산화력의 측정법이다. 12종의 백합구근 계통에 대해 DPPH radical 소거 활성을 측정된 결과 각 시료와 양성 대조군의 라디칼 소거능을 전자공여능으로 계산한 뒤 IC₅₀ 값으로 나타내었다. 각 계통간 항산화 능력을 IC₅₀ 값으로 나타내었을 때 폐구의 옐로윈(0.581 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 옐로윈(0.891 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 소르본느(1.065 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 르레브(1.074 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 시베리아(1.110 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 메두사(1.161 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 하늘나리(1.176 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 메두사(1.609 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 쉘라(1.617 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 폐구의 우리타워(1.787 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 시베리아(2.161 $\mu\text{g}/\text{mL}$) > 신구의 우리타워(2.745 $\mu\text{g}/\text{mL}$) 의순으로 DPPH radical 소거능을 보였다(Table. 2).

신구와 폐구의 계통별 in vitro tyrosinase 저해능 비교

Tyrosinase는 tyrosine과 같은 페놀의 산화를 촉매하는 효소로 동식물 조직에서 산화되어 멜라닌과 다른 색소의 생산을 촉매한다. 저해활성 측정은 이러한 tyrosinase의 반응을 저해하는 정도를 측정하는 것이다.

Tyrosinase 저해활성 측정 결과는 tyrosinase inhibition rate (%)로 나타내었다. 표준물질인 ascorbic acid는 25 ppm 일 경우 10%, 50 ppm일 경우 17%, 100 ppm에서 27%, 500 ppm에서 85%의 tyrosinase 저해활성을 띄었다. 백합 구근에서는 신구가 폐구보다 더 높은 활성을 보였는데 신구의 소르본느가 50%로 가장 높은 tyrosinase 저해활성을 지녔고, 신구의 옐로윈이 48%로 그 다음으로 높은 tyrosinase 저해활성을 지녔다. 그 다음으로 신구의 쉘라가 47%, 메두사가 46%, 신구의 시베리아와 폐구의 르레브가 45%, 신구의 우리타워가 43%, 폐구의 우리타워와 폐구의 시베리아, 하늘나리가 42%, 폐구의 메두사가 39%, 폐구의 옐로윈이 34%로 차례로 낮은 tyrosinase 저해활성을 보였다(Fig. 3).

Table 2. DPPH radical scavenging activity of new and waste bulbs from six lily varieties.

Bulb	ABTS	Ascorbic acid	Medusa	Siberia	Woori tower	Yelloween	Sorbonne	Sheila
New bulb	EDA (%)	79%±0.01a	32%±0.01e	24%±0.01f	16%±0.01g	56%±0.02b	48%±0.03c	31%±0.02e
	IC ₅₀ (μg/mL)	0.006a	1.609±0.04e	2.161±0.19g	2.745±0.06h	0.891±0.02c	1.065±0.07d	1.617±0.08e
Waste bulb	EDA (%)	79%±0.01a	43%±0.02d	45%±0.01cd	27%±0.01f	81%±0.03a	46%±0.01dc	43%±0.01d
	IC ₅₀ (μg/mL)	0.006a	1.161±0.05d	1.110±0.03d	1.787±0.08f	0.581±0.02b	1.074±0.01d	1.176±0.04d

Means in a row with different letters are significantly different (p < 0.0001).

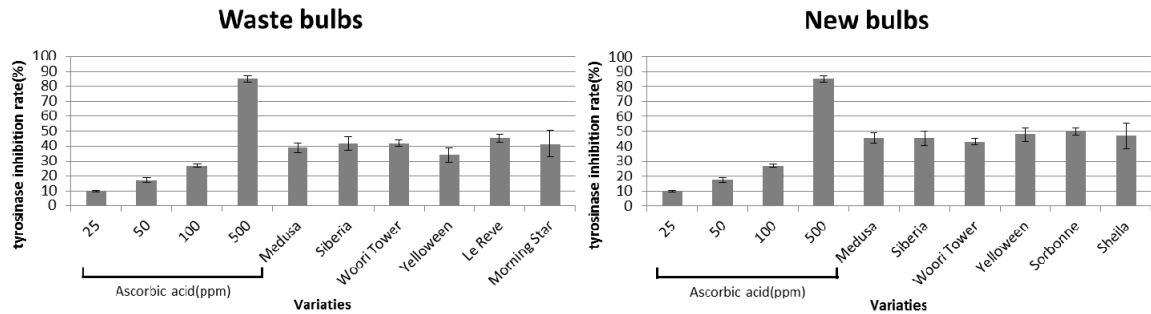


Fig. 3. Tyrosinase inhibition rate in new and waste bulbs from six lily varieties. The data represent the average values of three replicates in independent experiments, and the error bars reflect mean ± SD (standard deviation) values.

신구와 폐구의 페놀화합물 함량의 차이비교

각 계통별 백합구근에 들어있는 페놀화합물들과 함유량을 살펴보기 위해 HPLC를 사용하였다. 페놀화합물은 각종 기능성 물질들의 핵심이 되는 성분으로서, 본 실험 조건에서는 8종의 페놀화합물을 분석하였고 그 중에 chlorogenic acid, epicatechin, rutin류의 물질들이 높게 나타났다. 대표적으로 커피에 많이 들어있으며 콜레스테롤 생합성을 억제 효과 및 심혈 관계 질환의 예방에 기여한다고 밝혀진 chlorogenic acid는 전반적으로 신구들 보다 폐구들에서 더 많은 함량이 나타났으며, 폐구에서는 대표적으로 시베리아 계통이 38.2 ppm으로 가장 높게 나타났으며, 신구에서는 옐로윈이 27.8 ppm으로 가장 높게 나타났다. epicatechin이 많이 함유되어 있는 대표적인 식품으로는 녹차가 있으며, epicatechin도 다른 catechin류와 마찬가지로 강한 항산화 작용을 갖고 있어 항암, 항균 효과가 매우 높다. epicatechin은 신구와 폐구 모두 옐로윈 계통에서 높았으며 폐구(1,090.0 ppm)보다 신구(1,259.3 ppm)에서 더 높게 나타났다. 하지만 신구를 제외한 메두사, 시베리아, 우리타워의 계통의 경우 신구 보다 폐구에서 더 높은 함량이 측정되었다. Rutin은 식물계에 널리 분포하고 있는 플라보노이드류의 물질로서 항염증, 항균, 항바이러스, 항종양, 돌연변이 등에 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. Rutin류의 물질은 신구 보다 폐구에서 더 높은 함량을 나타냈으며, epicatechin과 마찬가지로 폐구와 신구 모두 옐로윈 계통에서 높게 나타났다. 폐구의 옐로윈이 40.5 ppm으로 신구의 옐로윈 23.7 ppm 보다 더 높게 측정되었으며, 그 외의 메두사, 시베리아, 우리타워 계통 또한 신구 보다 폐구에서 더 높은 함량이 나타났다(Table. 3).

Conclusion

본 연구에서는 백합화훼농가에서 사용되는 신구와 절화 후 버려지는 폐구의 생리활성 및 페놀화합물들을 비교 분석하여 백합 폐구근들의 식용 및 다른 기능성 제품으로 이용 될 수 있는 가능성을 모색해 보고자 하였다. 그 결과 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정 실험 모두에서 옐로윈 계통이 가장 높은 함유량을 나타냈고, 총 페놀의 경우 폐구 옐로윈(0.108 gae mg/g)이 신구 옐로윈(0.079 gae mg/g) 보다 높았으며, 다른 계통에서도 폐구가 신구보다 더 높은 함

Table 3. Comparison of phenolic compounds ($\mu\text{g/g}$) in new and waste bulbs from six lily varieties.

	Retention Time	Medusa		Siberia		Woori Tower		Yelloween		Sorbonne	Sheila	Le Reve	Morning Star
		New	Waste	New	Waste	New	Waste	New	Waste	New	New	Waste	Waste
Chlorogenic acid	21.722	9.24h	47.26b	5.88j	120.44a	1.6l	2.02k	27.82e	41.17d	18.25f	15.65g	45.93c	6.52i
Epicatechin	23.522	332.92i	749.68e	292.03k	858.9d	132.33l	298.45j	1259.32a	1133.46b	683.49g	712.44f	1090.1c	383.76h
Rutin hydrate	28.813	1.23j	3.03h	0.6l	10.24e	8.74f	22.42c	23.74b	40.52a	1.93i	3.29g	12.23d	1k
<i>p</i> -Coumaric acid	30.09	0.19f	0k	0k	0.18g	6.06c	8.59b	0.04i	0.06h	0.33d	0.28e	0.01j	34.22a
Kaempferol 3-O- β -rutinoside	30.646	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
Phloridzin dehydrate	32.252	0.45j	13.91b	2.51f	1.56h	3e	0.45j	1.28i	2.21g	4.52d	5.37c	18.1a	0.3k
Myricetin	36.904	0.73b	0.69c	0.6e	0.79a	0f	0f	0f	0f	0.64d	0f	0f	0f
Quercetin	42.457	0.26d	0.39a	0e	0.36b	0e	0e	0e	0e	0.29c	0e	0e	0e

Means in a row with different letters are significantly different ($p < 0.0001$).

량을 보였다. 총 플라보노이드에서도 폐구 옐로윈(0.0456 QE mg/g)이 신구 옐로윈(0.0249 QE mg/g) 보다 함량이 많았으며, 다른 계통 역시 폐구에서 더 높은 함량이 나타났다. DPPH 및 ABTS radical 소거능 실험에서 폐구가 신구 보다 더 높은 활성을 지니고 있거나 차이가 거의 없다는 것을 알 수 있었으며, 특히 폐구 옐로윈은 ABTS 실험 0.894 $\mu\text{g/mL}$, DPPH 실험 0.581 $\mu\text{g/mL}$ 로 가장 뛰어난 소거능을 보여주었다. 미백능을 보기 위하여 실시한 tyrosinase 저해활성 실험에서는 전반적으로 신구에서 더 높은 저해활성을 보였으며, 신구의 소르본느와 옐로윈이 각각 tyrosinase 저해력이 50%, 48%로 가장 높게 나타났고, 폐구와의 차이도 크게 나타났다. 하지만 시베리아 계통의 경우는 tyrosinase 저해력이 신구 45%, 폐구 42%로 그 차이가 크지 않았다. 페놀화합물 중에서는 chlorogenic acid, epicatechin, rutin류의 물질들이 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 이는 시간이 지날수록 구근의 노화로 꽃의 생산력은 떨어지지만 생장으로 인한 유용물질의 축적이나 물질에 영향을 주는 효소들의 변화가 물질 함량의 변화를 일으키고, 이로 인하여 생리활성의 차이가 나타났을 것으로 사료된다. 이 결과를 통하여 그 동안 버려졌던 폐구들의 재사용 가능성과 기능성 제품의 원료나 식용으로써의 재조명을 받을 수 있는 기반이 될 것이며, 또한 앞으로 백합 구근이 함유하고 있는 다른 기능성 물질들에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

Acknowledgements

이 연구는 2015년 사단법인 한국백합생산자중앙연합회에서 지원된 연구비에 의해 진행되었음.

References

- Anesini C, Ferraro GE, Filip R. 2008. Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:9225-9229.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Choi YM, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee JS. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 32:723-727. [in Korean]
- Huh BK, Han YH, Lee SB, Kim SK. 1994. Theory and actuality of lily culture. pp. 236-140. Choongang Seed and Flower, Jin Gihoek, Seoul.

- Jin L, Zhang Y, Yan L, Guo Y, Niu L. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity of bulb extracts of six *Lilium* species native to China. *Molecules* 17: 9361.
- Joung YM, Lee KS, Hwang SY, Son MJ, Lee KY. 2010. Effect of *Lilium davidii*'s root powder additions on the rheology of the dough and processing adaptability for bread. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 39:287-293. [in Korean]
- Joung YM, Park SJ, Lee KY, Lee JY, Suh JK, Hwang SY, Park KE, Kang MH. 2007. Antioxidative and antimicrobial activities of *Lilium* species extracts prepared from different aerial parts. *Korean Journal of Food Science and Technology* 39:452-457. [in Korean]
- Kim SJ, Youn KS, Park HS. 2005. Antioxidative effect of pine, oak, and lily pollen extracts. *Korean Journal of Food Science and Technology* 37:833-837. [in Korean]
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Lee CG, Lee JY, Lee HD, Oh MJ. 2008. Manufacture and physiological functionality of Korean traditional alcoholic beverage by using lily (*Lilium lancifolium*) scales. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 37:598-604. [in Korean]
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26:1231-1237.
- Yagi A, Kanbara T, Morinobu N. 1986. The effect of tyrosinase inhibition for aloë. *Planta Medica* 39:517-519.
- Yoon HS, Yang KW, Kim JE, Kim JM, Lee NH, Hyun CG. 2014. Hypopigmenting effects of extracts from bulbs of lily oriental hybrid 'Siberia' in murine B16/F10 melanoma cells. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 43:705-711. [in Korean]