J Korean Soc Food Sci Nutr
40(6), 839~847(2011)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2011.40.6.839

한약탕제찌꺼기발효퇴비가 복분자과실의 이화학적 특성에 미치는 영향

김재영[1] · 백승화[2] · 김성조[1†]

[1]원광대학교 식품 · 환경학과
[2]충북도립대학교 바이오식품생명과학과

Effect of Compost Fermented with Korean Medicinal Herb Waste on Physicochemical Characteristics of *Rubus coreanus* Miquel (*Bokbunja*)

Jae-Young Kim[1], Seung-Hwa Baek[2], and Seong-Jo Kim[1†]

[1]*Dept. of Food and Environmental Sciences, Wonkwang University, Jeonbuk 570-749, Korea*
[2]*Dept. of Biofood Science and Biotechnology, Chungbuk Provincial University, Chungbuk 373-806, Korea*

Abstract

Fermented compost made from medicinal herb waste (MHWC) as an environment-friendly manure was applied to determine the physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel (*Bokbunja*). MHWC, poultry manure compost (PMC), and MHWC+PMC (1:1, w/w) were applied to 2 year-old *Bokbunja* plants at levels of 0 (UC: untreated control), 20, and 40 Mg/ha, respectively. The physicochemical characteristics of *Bokbunja* were investigated 15, 20, and 25 days after flowering (DAF). There were no differences between the chemical compositions of the group. However, the total sugar contents of the fruit harvested 15, 20, and 25 DAF from MHWC were increased 0.54~0.56, 0.46~0.53, and 1.80~2.52%, respectively, as compared with UC. The free sugar content in fruit from the MHWC group was higher compared to the other groups. The fructose and glucose contents were increased 0.08~0.31% and 0.08~0.18%, respectively. The organic acid content of the fruit was increased in the MHWC and PMC groups, and citric acid constituted 92.67~93.59% of the total organic acid content. In conclusion, MHWC treatment is a compost source for quality improvement of total sugar, free sugar, and organic acid contents of *Bokbunja*.

Key words: *Rubus coreanus* Miquel (*Bokbunja*), medicinal herb waste compost, poultry manure compost, physicochemical characteristics

서 론

복분자 딸기(*Rubus coreanus* Miquel)는 장미과(*Rosaceae*)의 낙엽관목이며, 중국이 원산지이고 일본, 한국 등 동아시아에 분포한다. 우리나라는 남부 및 중부지방에서 해발 50~1000 m의 산기슭 양지에 자생하며, 5~6월에 꽃이 피고 지역, 품종에 따라 다르지만 6월 중순에서 7~8월에 열매가 성숙되는데 둥글고 붉은색으로 익은 후 검붉은 색으로 완숙되어 단맛과 신맛 또한, 독특한 향을 갖는다(1).

복분자는 고문헌에 의하면 미숙과를 건조시킨 것을 약용으로 사용하여 강장제, 양위, 유정, 한설, 유뇨, 소변과다, 불임 등에 널리 이용되어왔으며 최근 약용뿐 아니라 식용으로 널리 이용되고 있다(2). 복분자는 유리당, 무기질의 인, 철 및 칼륨이 많이 함유하여 있고 특히 유기산과 vitamin C가 많이 포함되어 있으며(3,4), 복분자의 성분함량에 대한 연구에 따르면, 수분 87.09%, pH 3.52, 총산도 1.03%, 단백질 1.37%, 지방 1.52%, 유리당은 sucrose 1.52%, fructose 3.98%, glucose 1.23%, 주요한 유기산으로 citric, succinic 및 fumaric acid 등이 있다(5). 또한 항암활성 및 면역증진효과, 항산화 및 항균효과, Hepatitis B virus 억제 등 다양한 생리활성에 대한 효능이 밝혀졌다(6,7). 이러한 여러 가지 효능에 힘입어 복분자의 기호도가 높아지고 판매량이 급증함에 따라 원만한 원료공급을 위해서는 생산량 증대에 필요한 재배법과 고품질 다수성 품종 육성을 위한 연구가 필요하다.

국내에서 복분자의 연간 생산량은 2008년에 1만 2282톤에서 2009년에는 1만 4411톤이며(8), 복분자의 육종기술 발전 및 기능성에 따른 재배면적의 확대로 생산이 증가하고 있다. 특히, 농가에서는 영양분의 공급과 생육환경을 개선하는데 계분 퇴비 및 유기질 비료가 사용되고 있으며 이러한 유기자원은 수량 향상 면에서 큰 이점이 있을 뿐 아니라 품질향상에 효용가치가 있는 것으로 알려져 있어 한약탕제찌꺼기와 같은 폐자원을 재활용하여 검증해 볼 필요가 있다.

국내에서 생산되는 한약재는 2009년 기준으로 상위 10개 품목이 약 5568톤(9), 수입되는 한약재는 상위 10개 품목이

†Corresponding author. E-mail: sjkim@wku.ac.kr
Phone: 82-63-850-6676, Fax: 82-63-850-7308

약 2857톤이 유통되고 있다(10). 이들 한약재는 한약탕제로 대부분 사용된 후 발생된 찌꺼기들의 일부만 분재비료로 쓰이나 대부분 폐기되는 실정이다(11). 이에 폐기처리의 비용은 상당할 것이며 그대로 폐기하는 것은, 찌꺼기 중의 여전히 남아있는 영양성분 가치를 볼 때 자원의 낭비가 될 수 있어서, 유기질 퇴비와 같은 자원으로 활용할 경우 환경보호 측면과 경제적 면에서 가치가 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 고품질의 복분자 생산을 위해 친환경유기퇴비 자원으로서 한약탕제찌꺼기퇴비를 처리하여 수확한 복분자의 이화학적 성분변화를 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

발효퇴비제조 및 처리방법

통성혐기성 발효장치는 외부에 열선을 부착한 유효용량이 15 L(총용량 25 L)인 아크릴로 제작하였으며 한약탕제찌꺼기(수분함량: 약 60%)를 채워 발효시키는 동안 55°C로 품온을 유지하고자 1일 1회 섞어주기를 하여 90일간 발효하였다. 퇴비의 처리는 전북 고창군 해리면에 소재하는 포장 내에 시험구당 면적 5.25 m^2(0.5×11.5 m)에 2년생 복분자(*R. coreanus*) 나무를 재식주수 7주, 재식거리 50×100 cm로 하여 무처리(UC: untreated control) 1개 군, 한약탕제찌꺼기발효퇴비(MHWC: medicinal herb waste compost), 계분퇴비(PMC: poultry manure compost), MHWC+PMC(1:1, w/w)를 각각 20, 40 Mg/ha로 처리한 6개 군 등 총 7개 군으로 임의 배치 3반복 처리하였다.

퇴비 및 재배포장 토양분석

시험에 사용한 퇴비의 화학적 특성 및 중금속 함량은 Table 1에 나타내었으며, 처리 전 토양을 채취하여 토양 특성 분석을 한 결과는 Table 2와 같다. 퇴비 및 토양의 화학적 특성은 토양 및 식물체 분석법(12)에 준하여 분석하였다. 즉, 포장 내 토양의 표토를 채취하여 음건한 토양을 시료로 사용하여 pH와 EC는 초자전극 및 전기전도도법(토양/증류수, 1:5), 유기물은 Tyurin법, 전질소는 Kjeldahl 증류법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 1 N ammonium acetate (pH 7.0) 침출법을 이용하였다. 퇴비의 pH는 초자전극법(퇴비/증류수, 1:5), 탄소함량은 회화법, 질소함량은 micro-Kjeldahl법, 인산, 칼리, 석회, 고토는 H_2SO_4-$HClO_4$ 습식분해법을 이용해 인산은 Vanadate법 침출하여 spectrophotometer(V-560, Jasco, Tokyo, Japan)로 비색 정량하였고, 칼리, 석회, 고토는 ICP(Integra XL, GBC, Melbourne, VIC, Australia)를 이용하여 분석하였다. 토양 및 퇴비의 중금속의 분석은 Cao 등(13)의 방법에 의해 추출하여 AAS(Atomic absorption spectrometry FS-220, Varian, Mulgrave, VIC, Australia)를 이용하여 Pb, Cd, Ni, Cu, Zn을 분석하였다.

재료

각 퇴비를 처리하여 성장한 복분자의 꽃이 첫 개화한 시기를 기점으로 15, 20, 25 days after flowering(DAF)을 수확시기로 하여 수확한 과실을 시료로 사용하였으며, 유리당과 유기산 분석에 사용한 시료는 수확한 과실을 동결건조한 후 분쇄하여 사용하였다.

일반성분 분석

복분자 과실의 일반성분은 AOAC법(14)에 준하여 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접회화법, 총당은 phenol-sulfuric acid법(15)에 의해 분석하였다.

pH, 산도 및 색도

시료는 수확한 복분자를 압착하여 얻은 착즙액을 사용하였다. pH는 pH meter(HM-25R, TOADKK, Tokyo, Japan), 적정산도는 pH 값이 8.2가 되는데 소요되는 0.1 N NaOH의 소비량을 구한 후 구연산으로 환산하여 총산 함량(%)으로 나타내었다. 색도는 색차계(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때 사용한 표준색판은 L: 92.68, a: -0.83, b: 0.85의 값의 백색판을 사용하였다.

유리당

복분자의 유리당은 Ando 등(16)의 방법으로 분리하여 정량하였다. 즉, 동결 건조한 복분자 1 g을 둥근플라스크에 넣고

Table 1. Chemical properties and heavy metal contents of composts used

Composts[1)]	pH (1:5)	T-C	T-N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Na_2O	C/N	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn
	(%)									(mg/kg)				
MHWC	4.17	45.49	1.41	0.17	0.43	0.38	0.11	0.02	32.26	0.00	0.13	0.95	2.27	11.27
PMC	8.58	37.31	2.18	2.01	1.98	1.60	0.50	0.15	17.11	3.23	0.37	3.01	152.64	141.80

[1)]MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost.

Table 2. Chemical properties of the soil used

pH (1:5)	EC (ds/m)	OM (%)	T-N (%)	Av. P_2O_5	Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Exchangeable cations			
										K	Ca	Mg	Na
				(mg/kg)						(cmol/kg)			
5.44	0.170	1.648	0.129	591.60	0.35	1.43	6.99	7.26	49.68	0.765	3.326	1.284	0.114

50 mL의 80% ethanol용액을 가한 후 환류냉각관을 부착하여 80℃의 수조에서 2시간 추출하고 회전감압농축기로 에탄올을 제거한 후 증류수로 50 mL가 되도록 정용한 후 추출액을 0.20 μm membrane filter로 여과하여 HPLC systems(1200 series, Agilent Technology, Santa Clara, CA, USA)로 분석하였다. 이때 HPLC 조건은 Aminex HPX-87H(7.8×300 mm, Biorad, Hercules, CA, USA) column을 사용하였고, column temp 65℃, mobile phase는 50 mM H_2SO_4를 사용하여 분당 0.6 mL 속도로 이동시켰으며, injection volume을 10 μL로 하여 RI detector로 분석하였다. 표준용액은 fructose, glucose, sucrose, maltose, lactose(Sigma Chemical, St. Louis, MO, USA)를 사용하여 작성한 검량선으로 계산하였다.

유기산

복분자의 유기산은 건강기능식품공전(17)의 유기산 분석방법에 따라 분리하여 정량하였다. 동결건조 시료 1 g에 증류수를 적당량 가한 후 희석하여 50 mL로 정용하였다. C18 카트리지에 아세토니트릴+증류수(v/v, 1:1) 용액 10 mL를 유출시켜 활성화시킨 후 카트리지 내 용액을 제거하였다. 이어서 시료용액 10 mL를 가하여 초기 용출액 4~5 mL를 제거한 후 나머지 용출액을 분취하였다. 분취한 액을 0.20 μm membrane filter로 여과하여 Shiseido HPLC systems (Nanospace SI-2, Shiseido Fine Chemicals, Tokyo, Japan)을 이용하여 분석하였다. 유기산 분석을 위한 HPLC 조건은 Prevail™ Organic Acid(4.6×250 mm, Grace Davison Discovery Sciences, Deerfield, IL, USA) column을 사용하여 column temp는 40℃, mobile phase는 25 mM KH_2PO_4 용액을 분당 0.4 mL의 속도로 이동시켰으며, injection volume을 5 μL로 하여 PDA detector로 210 nm에서 분석하였다. 표준용액은 oxalic acid, L-tartaric acid, formic acid, L-malic acid, L-lactic acid, acetic acid, citric acid(Sigma Chemical)를 사용하여 작성한 검량선으로 계산하였다.

통계처리

실험에서 얻은 결과들은 Excel software을 사용하여 평균, 표준오차 및 그래프를 작성하였다. 또한 One way ANOVA에 의해 $p<0.05$에서 유의차가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 군간 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

일반성분

식재 2년생 복분자에 MHWC, PMC 및 MHWC+PMC를 처리하여 꽃이 첫 개화한 시기를 기점으로 15, 20, 25 DAF를 수확시기로 하여 수확한 복분자 과실의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

수분함량은 15 DAF 과실에서 80.25~82.65%, 20 DAF 과실에서 80.04~82.33% 범위로 UC 81.00%, 80.25%와 비교

Table 3. Chemical compositions of *Rubus coreanus* Miquel grown in plots treated with various amounts of MHWC, PMC and MHWC+PMC

Treatment[1] (Mg/ha)	Moisture (%)			Crude protein (%)			Crude fat (%)			Crude ash (%)			Total carbohydrate (%)		
	15 DAF[2]	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF
UC	81.00±0.21$^{bc3)}$	80.25±0.40^{b}	78.68±2.05^{c}	1.46±0.07^{c}	1.59±0.02^{c}	1.52±0.09^{d}	0.70±0.06^{bc}	0.79±0.07^{bc}	0.80±0.03^{cd}	0.62±0.06^{ns}	0.59±0.10^{bc}	0.66±0.02^{ns}	8.76±0.19^{d}	11.87±0.04^{c}	8.64±0.08^{e}
MHWC 20	81.60±1.33^{abc}	80.43±0.46^{b}	78.97±0.86^{c}	1.56±0.11^{bc}	1.70±0.01^{b}	1.92±0.07^{a}	0.65±0.04^{c}	0.80±0.07^{bc}	1.08±0.07^{b}	0.65±0.05	0.61±0.02^{bc}	0.66±0.08	9.32±0.12^{a}	12.33±0.10^{ab}	10.44±0.09^{b}
MHWC 40	82.65±0.95^{a}	82.33±1.12^{a}	83.80±1.60^{a}	1.63±0.06^{ab}	1.60±0.03^{c}	1.77±0.05^{b}	0.87±0.08^{a}	0.83±0.05^{bc}	1.02±0.03^{b}	0.69±0.10	0.56±0.03^{c}	0.63±0.04	9.30±0.01^{ab}	12.40±0.08^{a}	11.16±0.11^{a}
PMC 20	82.03±0.59^{ab}	80.56±0.47^{ab}	77.53±0.92^{c}	1.55±0.06^{bc}	1.83±0.05^{a}	1.58±0.11^{cd}	0.76±0.08^{abc}	0.84±0.01^{b}	0.82±0.06^{c}	0.68±0.06	0.68±0.09^{ab}	0.64±0.05	9.04±0.07^{c}	11.58±0.22^{d}	9.07±0.05^{c}
PMC 40	80.25±0.07^{c}	80.04±1.01^{b}	77.93±1.61^{c}	1.65±0.03^{ab}	1.86±0.05^{a}	1.79±0.06^{b}	0.79±0.06^{ab}	1.00±0.05^{a}	1.19±0.04^{a}	0.68±0.01	0.73±0.05^{a}	0.67±0.05	9.09±0.14^{bc}	12.08±0.14^{bc}	9.07±0.04^{c}
MHWC+ PMC 20	81.49±0.19^{abc}	81.34±1.20^{ab}	81.68±0.40^{ab}	1.72±0.07^{a}	1.85±0.04^{a}	1.66±0.05^{bc}	0.69±0.08^{bc}	0.67±0.09^{d}	0.72±0.05^{d}	0.66±0.04	0.58±0.07^{bc}	0.62±0.04	9.16±0.05^{abc}	12.12±0.21^{bc}	8.97±0.08^{cd}
MHWC+ PMC 40	80.92±0.66^{bc}	80.56±1.41^{ab}	79.91±0.45^{bc}	1.54±0.05^{bc}	1.84±0.04^{a}	1.70±0.02^{bc}	0.72±0.09^{bc}	0.72±0.06^{cd}	0.88±0.04^{c}	0.62±0.04	0.67±0.02^{abc}	0.63±0.04	9.30±0.09^{ab}	12.32±0.10^{ab}	8.90±0.10^{d}

[1]UC: untreated control, MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost, MHWC+PMC: medicinal herb compost 50%+poultry manure compost 50%.
[2]DAF: day after flowering.
[3]Values are mean±standard deviation (n=3). [ns]Not significant. [a-e]Means with the same letter in a column are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

하여 40 MHWC Mg/ha에서 각각 1.65, 2.08% 증가를 보인 결과를 제외한 나머지 처리구는 -0.75~1.03, -0.21~1.09%로 큰 차이가 나타나지 않았으며, 25 DAF 과실에서는 UC 78.68%와 비교하여 40 MHWC Mg/ha에서 5.12%, 20 MHWC+PMC Mg/ha에서 3.00%의 증가를 보인 결과를 제외한 나머지 처리구는 -1.15~1.23%로 MHWC, PMC 및 MHWC+PMC 처리에 따른 큰 차이가 나타나지 않았다. 조단백질은 UC에 비해 모든 처리구가 15 DAF 과실에서 0.08~0.26%, 20 DAF 과실에서 0.01~0.27%, 25 DAF 과실에서 0.06~0.40%의 증가를 나타내었다. 조지방은 15 DAF 과실에서 UC와 비교하여 40 MHWC Mg/ha에서 0.17%의 증가를 보인 결과를 제외한 다른 처리구에서는 -0.05~0.06% 차이를 보였고, 20 DAF 과실의 경우 UC와 비교하여 MHWC의 경우는 0.01~0.04%의 증가, PMC의 경우 40 PMC Mg/ha에서 0.21% 증가되었다. 25 DAF 과실의 경우 조지방의 함량은 UC에 비하여 20 MHWC Mg/ha에서 0.28%, 40 MHWC Mg/ha에서 0.22%, 40 PMC Mg/ha에서 0.39% 증가되었다. 조회분은 15 DAF 과실에서 0.62~0.69%, 25 DAF 과실에서 0.62~0.67%로 처리에 따른 유의적인 변화를 나타내지 않았지만, 20 DAF 과실에서는 0.56~0.73%로 PMC 40 Mg/ha 처리구에서 높았다. 총당은 UC에 비해 유기질 퇴비 처리가 당 함량을 증가시키는 경향을 나타냈다(18). 특히, MHWC 처리에 의한 총당의 변화가 15 DAF 과실에서 0.54~0.56%, 20 DAF 과실에서 0.46~0.53%의 증가 폭을 나타내었고, 특히 25 DAF 과실에서는 1.80~2.52%로 UC에 비해 크게 증가하는 것으로 관찰되었다. 또한, PMC 처리구보다 15 DAF에서 0.21~0.28%, 20 DAF에서 0.25~0.82%, 25 DAF에서 1.37~2.09% 높아 MHWC 처리에 의한 복분자 과실의 당 함량 증가 경향을 알 수 있었다. 그러나 복분자는 냉동저장 중 품질의 변화가 일어나는데 Youn 등(19)에 의하면 복분자딸기의 당도를 초기보다 2개월 후에 0.4%, 8개월 후 1.3%가 증가시킨다는 보고를 한바 있어 본 연구에 이용한 복분자 또한 냉동저장하였기 때문에 당 함량에 영향을 미쳤을 것이라 생각되었다. 한편 수확된 복분자 과실의 일반성분은 Cha 등(3,5)이 보고한 복분자 미숙과 및 완숙과의 일반성분, 즉, 수분은 66.94~87.09%, 조단백은 1.37~2.80%, 조지방은 0.50~3.39%, 조회분은 0.59~1.69%와 비교한 바 이들 범위에 속함을 알 수 있었으며, Kwon 등(20), Shin 등(21), Choi 등(22) 및 Lee와 Hwang(23)이 보고한 결과와도 유사한 경향을 나타내었다. 하지만, Lee 등(24)에 의하면 복분자 추출물의 조단백이 3.74%, 조지방이 0.04%, 조회분이 0.24%라 한 결과와 Lee와 Do(25)가 보고한 복분자의 일반성분 중 조회분 4.5%, 조지방 3.1%와 차이를 나타내었는데 이는 시료인 복분자 과실을 추출하거나 동결건조를 하여 사용했기 때문이라 생각된다(26).

pH, 총 산도 및 색도

MHWC, PMC 및 MHWC+PMC 처리포장에서 수확된 과실의 pH, 총 산도 및 색도를 분석한 결과는 Table 4와 같다.

MHWC, PMC 및 MHWC+PMC를 처리한 15 및 20 DAF 과실의 pH는 각각 pH 3.55~3.63, pH 3.73~3.85 범위였고, 25 DAF 과실은 UC pH 3.61에 비해 MHWC, PMC 및 MHWC+PMC 처리구는 pH 3.70~3.86으로 ΔpH 0.09~0.25 범위였는데, 이는 숙성과정에서 유기산의 감소와 당의 생성 때문인 것으로 생각되었다. 총 산도는 UC에 비해 MHWC 처리구가 15 DAF 과실에서 0.09~0.25%, 20 DAF 과실 0.24~0.35%의 증가 경향을 나타내었지만 25 DAF 과실의 경우에는 반대로 0.08~0.21%의 감소경향을 보였다. 또한 UC와 PMC 및 MHWC+PMC 처리구에서 수확한 15 및 25 DAF 과실의 총 산도를 비교한바 큰 차이가 없으나 20 DAF 과실에서 0.23~0.28, 0.14~0.28%의 증가경향을 나타내었다. 과실의 당이 증가함에 따라 산도는 낮아지며, pH가 산도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나(26) 본 연구의 결과는 상이하였다. 이는 수확시기의 기간이 짧았던 이유와 수확과정 중 미성숙 과실이 일부 포함되어 산도의 결과가 일정치 못한 것으로 판단되었다. 복분자 과실의 색도는 L값의 경우, 15, 20 및 25 DAF 과실에서 20.58~21.84 범위를 보였다. 그러나 a값의 경우, 15 DAF 과실에서 20 및 25 DAF 과실보다 높았는데 이는 미숙과가 완숙되어짐에 따라 점차 감소하는 경향으로서 Cha 등(5)의 결과에서 복분자 딸기가 완숙되어짐에 따라 감소하는 경향과 유사한 결과이었으며, 특히 15 DAF 과실의 40 PMC Mg/ha 처리군에서 UC에 비하여 Δa +6.82로 높은 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 식품의 색도에 영향을 주는 인자로서 품종, 성숙도 및 성장조건 등이 복합적으로 작용한다는 Cho(27)의 보고로 미루어 보아 영양성분에 의하여 성숙시기가 지연되어 a값이 높았던 것으로 추정된다. 20 DAF 과실에서는 UC에 비해 40 MHWC Mg/ha에서 Δa +3.22, 40 PMC Mg/ha에서 Δa +4.73의 값을 나타내었다. 25 DAF 과실의 경우 MHWC 처리구는 UC보다 Δa -0.15~-1.15이었으나 PMC와 MHWC+PMC 처리구에서는 Δa +0.60~+2.25를 나타내었다. b의 값은 모든 처리구가 +0.39~+1.46 범위이었다. Cha 등(5)이 보고한 결과는 pH 3.52, 적정산도 1.03~2.32%, 색도 L값 19.26~21.90, a값 +0.04~+0.85, b값 -0.21~-2.31로 본 연구결과와 유사하였으며, Lee와 Ahn(28)은 고창, 홍성, 정읍 및 순창의 복분자 pH를 측정한 결과 3.43~3.52로 유사한 수준을 나타내었는데 본 연구의 결과와도 유사한 경향이었다.

유리당

MHWC, PMC 및 MHWC+PMC를 처리하여 수확한 복분자 과실을 동결건조 하여 추출한 액을 HPLC로 유리당을 분석한 결과는 Fig. 1 및 Table 5와 같다.

Fig. 1의 수확시기별 유리당 함량의 변화를 보면 fructose의 경우 15 DAF 과실의 40 MHWC Mg/ha에서 UC보다 0.117% 감소한 것을 제외하고 MHWC, PMC 및 MHWC+PMC 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었으나 20 및 25

Table 4. pH, total acidities and color values of *Rubus coreanus* Miquel grown in plots treated with various amounts of MHWC, PMC and MHWC+PMC

Treatment[1] (Mg/ha)	pH			Total acidity (%)			Color values									
							L			a			b			
	15 DAF[2]	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF	15 DAF	20 DAF	25 DAF
UC	3.58±0.01$^{b3)}$	3.88±0.05^{a}	3.61±0.02^{d}	1.10±0.03^{cd}	0.94±0.01^{e}	1.03±0.02^{a}	21.07±0.16^{b}	20.68±0.35^{cd}	21.23±0.21^{ab}	7.04±0.84^{c}	1.83±0.24^{d}	3.08±0.66^{bc}	0.93±0.13^{c}	0.87±0.14^{ab}	0.51±0.11^{ab}
MHWC 20	3.63±0.02^{a}	3.80±0.04^{bc}	3.85±0.02^{a}	1.19±0.02^{b}	1.29±0.01^{a}	0.95±0.06^{bc}	21.04±0.12^{b}	20.58±0.11^{d}	21.55±0.14^{ab}	6.71±2.10^{c}	1.65±0.39^{d}	2.93±1.14^{bc}	0.92±0.14^{c}	0.48±0.33^{b}	0.41±0.30^{b}
MHWC 40	3.55±0.03^{b}	3.85±0.01^{ab}	3.86±0.01^{a}	1.35±0.01^{a}	1.18±0.02^{bc}	0.82±0.03^{d}	20.90±0.12^{b}	21.84±0.22^{a}	20.73±0.22^{c}	6.81±1.42^{c}	5.05±0.96^{b}	1.93±0.34^{c}	0.90±0.27^{c}	1.17±0.46^{a}	0.39±0.13^{b}
PMC 20	3.55±0.03^{b}	3.83±0.03^{ab}	3.76±0.02^{b}	1.22±0.02^{b}	1.17±0.03^{c}	1.01±0.02^{ab}	21.09±0.11^{b}	20.77±0.18^{cd}	21.07±0.25^{bc}	6.52±1.68^{c}	2.55±0.37^{d}	4.72±1.08^{ab}	1.00±0.33^{bc}	0.59±0.16^{b}	0.54±0.33^{ab}
PMC 40	3.58±0.03^{b}	3.77±0.02^{cd}	3.82±0.02^{a}	1.14±0.03^{c}	1.22±0.03^{b}	1.01±0.02^{ab}	21.58±0.32^{a}	21.24±0.48^{b}	21.56±0.52^{ab}	13.86±2.46^{a}	6.56±1.29^{a}	5.33±2.03^{a}	1.46±0.28^{a}	0.91±0.53^{ab}	0.88±0.42^{a}
MHWC+ PMC 20	3.58±0.02^{b}	3.81±0.01^{bc}	3.70±0.04^{c}	1.11±0.02^{cd}	1.22±0.02^{b}	0.92±0.05^{c}	21.09±0.23^{b}	20.96±0.17^{de}	21.47±0.08^{ab}	10.48±2.39^{b}	3.75±0.61^{c}	4.64±1.45^{ab}	1.33±0.44^{ab}	0.53±0.30^{b}	0.54±0.11^{ab}
MHWC+ PMC 40	3.59±0.03^{ab}	3.73±0.01^{d}	3.73±0.03^{bc}	1.10±0.02^{d}	1.08±0.02^{d}	0.97±0.01^{abc}	21.15±0.15^{b}	20.68±0.16^{cd}	21.58±0.56^{a}	8.11±0.86^{c}	2.21±0.94^{d}	3.68±0.98^{abc}	1.06±0.23^{bc}	0.53±0.24^{b}	0.50±0.19^{ab}

[1]UC: untreated control, MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost, MHWC+PMC: medicinal herb compost 50%+poultry manure compost 50%.
[2]DAF: day after flowering.
[3]Values are mean±standard deviation (n=3). [a-e]Means with the same letter in a column are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Fig. 1. Changes of free sugar contents in *Rubus coreanus* Miquel during maturation by application of MHWC, PMC and MHWC+PMC. UC: untreated control, MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost, MHWC+PMC: medicinal herb compost 50%+poultry manure compost 50%. [1)]DAF: day after flowering. [2)]a-g: Means with the same letters of histogram are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

DAF 과실에서 40 MHWC Mg/ha의 경우 반대로 UC에 비해 0.694, 0.357%의 증가되었다. Glucose의 함량 또한 fructose와 유사하게 15 DAF 과실에서 40 MHWC Mg/ha의 경우에만 감소 경향을 보였으나, 20 및 25 DAF 과실에서 증가하는 경향을 나타내었다.

15, 20 및 25 DAF 과실의 각각 유리당 함량을 합산한 평균값은 fructose, glucose만이 확인되었다. Fructose 함량은 UC, PMC 및 MHWC+PMC 처리구에서 각각 2.91, 2.95~2.98, 2.91~3.05%로 뚜렷한 차이가 없으나, MHWC 처리구의 경우, 3.14~3.22%로 UC, PMC 및 MHWC+PMC 처리구보다 0.09~0.31% 증가된 결과를 확인할 수 있었다. 또한, Glucose 함량은 UC, PMC 및 MHWC+PMC 처리구에서 각각 1.87, 1.92~1.94, 1.90~1.97%로 비슷하였으며 MHWC 처리구는 2.05%로 UC, PMC 및 MHWC+PMC 처리구보다 0.08~0.18% 증가된 결과를 확인할 수 있었다(Table 5). 따라서 복분자 과실의 fructose와 glucose의 함량 증가에 MHWC 처리가 효과적임을 알 수 있었다.

Cha 등(5)은 복분자 과실 완숙과의 유리당을 분석한 결과 maltose, lactose가 확인되지 않았으며, glucose 0.90%, fructose 1.41%, sucrose 0.08%이었다는 결과와 본 연구에서

Table 5. Free sugar contents in *Rubus coreanus* Miquel by application of MHWC, PMC and MHWC+PMC (%)

Composts[1)]	Treatment (Mg/ha)	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Lactose
UC		2.91±0.16[b2)]	1.88±0.11[b]	ND[3)]	ND	ND
MHWC	20	3.14±0.29[ab]	2.05±0.13[a]	ND	ND	ND
	40	3.22±0.51[a]	2.05±0.30[a]	ND	ND	ND
PMC	20	2.97±0.16[ab]	1.92±0.12[ab]	ND	ND	ND
	40	2.95±0.19[b]	1.94±0.10[ab]	ND	ND	ND
MHWC+PMC	20	2.91±0.09[b]	1.90±0.07[ab]	ND	ND	ND
	40	3.05±0.13[ab]	1.97±0.03[ab]	ND	ND	ND

[1)]UC: untreated control, MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost, MHWC+PMC: medicinal herb compost 50%+poultry manure compost 50%.
[2)]Values are mean±standard deviation (n=9). [a,b]Means with the same letter in a column are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
[3)]ND: not detected.

수확한 복분자 과실의 유리당 함량을 비교하면 fructose와 glucose의 함량이 높으나 sucrose가 확인되지 않은 점이 차이가 있었다. 또한 Kwon 등(20)은 복분자 과실의 유리당 함량이 sucrose 1.52%, fructose 3.98%, glucose 3.65%로 보고한 결과보다는 본 연구에서 수확한 복분자 과실의 경우는 sucrose가 분석되지 않았을 뿐 아니라 fructose, glucose 유리당 함량이 더 적었는데, 이는 시험법에 따른 차이가 있는 것으로 생각되었다. Choi 등(22)은 복분자의 유리당 함량을 분석한 결과 fructose 2.99%, glucose 2.53%가 주요 유리당 성분으로 나타났으며 sucrose의 함량은 0.07%로 극히 낮았다. 이렇게 연구자들 간의 복분자 과실의 유리당 함량 차이가 발생된 원인은 실험방법에 따른 차이와 재배방법, 토양의 비옥도, 기후 및 수확시기 등의 차이(28)로 인한 결과로 생각되었다.

유기산

MHWC, PMC 및 MHWC+PMC를 0, 20, 40 Mg/ha로 처리하여 수확한 복분자 과실을 HPLC로 유기산을 분석한 결과는 Table 6 및 7과 같다.

Table 6의 수확시기별 유기산 함량의 변화를 보면 oxalic acid 및 tartaric acid의 경우 20 DAF 과실에서는 확인되지 않았으며 15, 25 DAF 과실에서는 각각 0.02~0.015, 0.008~0.045%로 미량 확인되었다. Formic acid에서는 15 DAF 과실은 확인되지 않았으며, 25 DAF 과실은 20 MHWC Mg/ha에서 0.006% 경우를 제외하고 다른 처리구에서는 확인되지 않았다. 또한, 20 DAF 과실의 모든 처리구는 0.002~0.010% 범위를 보였다. Malic acid는 25>20>15 DAF 과실의 순이었다. Lactic acid에서는 UC보다 15 DAF 과실은 -0.15~0.05%, 20 DAF 과실은 -0.04~0.24%, 25 DAF 과실은 -0.04~0.11% 변화를 나타내었다. Citric acid의 함량은 분석한 유기산 중 가장 높은 함량을 나타내었으며, 15 DAF 과실은 PMC 20>MHWC 20≥MHWC 40>PMC 40>UC≥MHWC+PMC 40≥MHWC+PMC 20 순이었고, 20 DAF 과실은 PMC 40>MHWC+PMC 40≥MHWC 20≥MHWC+PMC 20≥PMC 20≥UC≥MHWC 40 순, 25 DAF 과실은 MHWC 20≥MHWC 40>PMC 40≥MHWC+PMC 40≥UC≥PMC 20>MHWC+PMC 20 순으로 성숙시기에 따른 처리구간 유의적인 차이를 볼 수 있었다. Acetic acid는 15, 20 및 25 DAF 과실의 모든 처리구에서 확인되지 않았다. 복분자의 유기산은 미숙과에서 완숙되어짐에 따라 유기산의 함량이 감소하는데(5) 본 연구의 결과는 15 DAF 1.194~1.855%, 20 DAF 1.252~1.475%, 25 DAF 1.243~1.538% 범위로 상이하였다. 이러한 경향은 20 및 25 DAF에서 수확한 복분자 중에 미성숙된 과실이 포함되어 유기산 함량에 영향을 미쳤을 것으로 생각되었다.

15, 20 및 25 DAF 과실의 각각 유기산 함량을 합산한 평균값은 oxalic acid, tartaric acid, formic acid, malic acid, lactic acid, citric acid가 확인되었다. 각각의 평균값은 전체적으로 citric acid가 전체 유기산의 1.205~1.412% 확인되었으며 그 외는 0.002~0.058% 범위로 미량 확인되었다. 유기산의 총합은 유의적인 차이를 인정할 수 없었지만 MHWC 20>PMC 20>MHWC 40>PMC 40>MHWC+PMC 40>UC>MHWC+PMC 20 순의 경향이었다. 따라서 유기산은 MHWC 및 PMC 처리로 인한 증가의 경향을 보였고, MHWC+PMC 처리에 의한 변화는 볼 수 없었다. 또한 전체 유기산 중 가장 높은 함량을 보인 것은 citric acid로서 전체 유기산의 92.67~93.59% 수준이었다(Table 7). Lee와 Hwang(23)은 복분자 착즙액의 유기산을 분석한 결과, citric acid가 1.73%로 유기산 중 가장 높았으며, Cha 등(5)은 전체 유기산 중 citric aicd가 미숙과에서 약 86%, 완숙과에서 약 63%의 결과로 성숙시기에 따른 차이를 볼 때 본 연구의 경향과 다르지만 가장 높은 비율이란 점은 유사하였다. 또한, Lee와 Do(25)의 결과와도 일치하였으며, Romero 등(29)은 베리류의 유기산 중 citric acid 함량이 2.60%로 가장 높은 함량을 나타내어 유사한 경향이지만 본 연구의 결과가 더 낮은 함량을 나타내었다.

Table 6. Changes of organic acids in *Rubus coreanus* Miquel during maturation by application of MHWC, PMC and MHWC+PMC (%)

Composts[1)]	Treatment (Mg/ha)	Harvest time[2)]	Oxalic acid	Tartaric acid	Formic acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Total
UC		15 DAF	0.005±0.001[b3)]	0.037±0.002[b]	ND[4)]	0.033±0.006[c]	0.021±0.003[b]	ND	1.208±0.095[d]	1.304
MHWC	20		0.012±0.001[a]	0.036±0.001[b]	ND	0.040±0.002[ab]	0.006±0.001[c]	ND	1.595±0.038[b]	1.689
	40		0.005±0.001[b]	0.038±0.002[b]	ND	0.039±0.004[abc]	0.025±0.003[a]	ND	1.523±0.035[b]	1.630
PMC	20		0.005±0.001[b]	0.045±0.003[a]	ND	0.045±0.003[a]	0.026±0.001[a]	ND	1.734±0.060[a]	1.855
	40		0.004±0.001[b]	0.034±0.003[bc]	ND	0.037±0.003[bc]	0.021±0.003[b]	ND	1.352±0.043[c]	1.447
MHWC+PMC	20		0.002±0.001[c]	0.030±0.003[c]	ND	0.033±0.001[c]	0.019±0.001[b]	ND	1.110±0.074[d]	1.194
	40		0.002±0.001[c]	0.030±0.004[c]	ND	0.036±0.002[bc]	0.019±0.001[b]	ND	1.196±0.023[d]	1.283
UC		20 DAF	ND	ND	0.003±0.001[bc]	0.050±0.005[ns]	0.015±0.002[bc]	ND	1.188±0.015[c]	1.255
MHWC	20		ND	ND	0.010±0.002[a]	0.056±0.005	0.039±0.001[a]	ND	1.216±0.019[bc]	1.321
	40		ND	ND	0.005±0.001[b]	0.055±0.003	0.012±0.002[cd]	ND	1.180±0.010[c]	1.252
PMC	20		ND	ND	0.004±0.001[b]	0.057±0.001	0.019±0.002[b]	ND	1.198±0.046[c]	1.278
	40		ND	ND	0.003±0.001[bc]	0.058±0.005	0.015±0.001[bc]	ND	1.399±0.036[a]	1.475
MHWC+PMC	20		ND	ND	0.005±0.001[b]	0.052±0.001	0.011±0.002[d]	ND	1.201±0.049[c]	1.268
	40		ND	ND	0.002±0.001[c]	0.055±0.010	0.017±0.002[b]	ND	1.261±0.020[b]	1.335
UC		25 DAF	0.006±0.001[d]	0.026±0.003[b]	ND	0.064±0.007[ab]	0.014±0.001[c]	ND	1.219±0.050[b]	1.328
MHWC	20		0.015±0.001[a]	0.008±0.001[c]	0.006±0.001	0.060±0.003[b]	0.017±0.001[b]	ND	1.424±0.040[a]	1.531
	40		0.012±0.001[b]	0.045±0.002[a]	ND	0.062±0.005[b]	0.025±0.002[a]	ND	1.393±0.035[a]	1.538
PMC	20		0.003±0.001[e]	0.026±0.002[b]	ND	0.072±0.002[a]	0.014±0.001[c]	ND	1.217±0.038[b]	1.332
	40		0.008±0.001[c]	0.023±0.001[b]	ND	0.060±0.006[b]	0.013±0.001[c]	ND	1.278±0.027[b]	1.382
MHWC+PMC	20		0.008±0.001[c]	0.023±0.003[b]	ND	0.067±0.004[ab]	0.010±0.001[d]	ND	1.134±0.030[c]	1.243
	40		0.011±0.004[b]	0.022±0.002[b]	ND	0.067±0.002[ab]	0.017±0.001[b]	ND	1.233±0.029[b]	1.351

[1)]UC: untreated control, MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost, MHWC+PMC: medicinal herb compost 50%+poultry manure compost 50%.
[2)]DAF: day after flowering.
[3)]Values are mean±standard deviation (n=3). [ns]Not significant. [a-e]Means with the same letter in a column are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
[4)]ND: not detected.

Table 7. Organic acid contents in *Rubus coreanus* Miquel by application of MHWC, PMC and MHWC+PMC (%)

Composts[1)]	Treatment (Mg/ha)	Oxalic acid[2)]	Tartaric acid[2)]	Formic acid[2)]	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Total
UC		0.005±0.001[bc3)]	0.032±0.006[abc]	0.003±0.001[b]	0.049±0.014[ns]	0.016±0.004[ab]	ND[4)]	1.205±0.056[c]	1.296±0.037[ns]
MHWC	20	0.013±0.001[a]	0.022±0.015[c]	0.008±0.003[a]	0.052±0.010	0.021±0.014[ab]	ND	1.412±0.167[a]	1.514±0.184
	40	0.008±0.003[b]	0.041±0.005[a]	0.005±0.001[b]	0.052±0.011	0.021±0.007[a]	ND	1.365±0.152[ab]	1.473±0.197
PMC	20	0.004±0.001[c]	0.036±0.011[ab]	0.004±0.001[b]	0.058±0.012	0.020±0.005[ab]	ND	1.383±0.267[a]	1.488±0.319
	40	0.006±0.002[bc]	0.029±0.006[bc]	0.003±0.001[b]	0.052±0.012	0.016±0.004[ab]	ND	1.343±0.061[ab]	1.435±0.048
MHWC+ PMC	20	0.005±0.003[c]	0.026±0.004[bc]	0.005±0.001[b]	0.051±0.015	0.013±0.005[b]	ND	1.148±0.062[c]	1.235±0.038
	40	0.007±0.005[bc]	0.026±0.005[bc]	0.002±0.001[b]	0.053±0.014	0.018±0.001[ab]	ND	1.230±0.035[bc]	1.323±0.036

[1)]UC: untreated control, MHWC: medicinal herb waste compost, PMC: poultry manure compost, MHWC+PMC: medicinal herb compost 50%+poultry manure compost 50%.
[2)]The column did not include the ND values.
[3)]Values are mean±standard deviation. [ns]Not significant. [a-c]Means with the same letter in a column are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.
[4)]ND: not detected.

요 약

본 연구는 한약탕제찌꺼기를 친환경 퇴비자원으로서 재활용하기 위하여 발효과정을 거친 퇴비(MHWC: medicinal herb waste compost)와 계분퇴비(PMC: poultry manure compost) 및 이를 혼합한 퇴비(MHWC+PMC, 1:1)를 식재 2년생 복분자 포장에 0(UC: untreated control), 20, 40 Mg/ha로 처리하여 꽃이 첫 개화한 시기를 기점으로 15, 20, 25 DAF(day after flowering)를 수확시기로 하여 수확한 복분자 과실의 이화학적 특성을 조사하였다. 조단백질이 UC에 비해 모든 처리구가 증가하였고, 조지방은 UC와 비교하여 모든 수확시기에서 부분적으로 증가되는 경향이었다. 총당 함량은 UC에 비해 MHWC 처리구가 크게 증가하였다. 유리당 중 fructose와 glucose 함량은 MHWC 처리구가 다른 처리구보다 0.08~0.31, 0.08~0.18% 증가되었다. 유기산은 MHWC 및 PMC 처리로 인한 증가 경향을 보였고, 가장 높은 유기산은 citric acid로서 전체 유기산의 92.67~93.59% 수준이었다. 이상의 결과에서 MHWC 처리가 복분자의 당 함량, 유리당 및 유기산의 함량을 증가시켜 품질향상에 효과가 있는 퇴비자원으로 생각되었다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 원광대학교 교비에 의해서 연구되었습니다. 샘플링 및 분석을 도와준 원광대학교 생명자원과학대학 식품환경학과의 신민홍, 서정화, 송하연 학생들에게 감사의 말을 전합니다.

문 헌

1. Park PJ, Lo SC, Han SS. 2004. Control of disease, insect pest and weed cultivation area of *Rubus coreanus* Miquel. *J Life Sic & Nat Res* 26: 56-67.
2. Li SZ. 1973. *Comprehensive outline of the materia medica*. Komunsa, Seoul, Korea. p 720-721.
3. Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. 2007. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 476-479.
4. Cho SH, Choi SW, Lee HR, Lee JY, Lee WJ, Choi YS. 2004. Safety and effects on lipid parameters of *Rubus coreanus* and *Atractylodes japonica* in ovariectomized rats. *J Food Sci Nutr* 9: 361-366.
5. Cha HS, Lee MK, Hwang JB, Park MS, Park KM. 2001. Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1021-1025.
6. Mullen W, Mcginn J, Lean MEJ, Maclean MR, Gardner P, Duthie GG, Yokota T, Crozier A. 2002. Ellagitannins, flavonoids, and other phenolics in red raspberries and their contribution to antioxidant capacity and vasorelaxation properties. *J Agric Food Chem* 50: 5191-5196.
7. Chung TH, Kim JC, Lee CY, Moon MK, Chae SC, Lee IS, Kim SH, Hahn KS, Lee IP. 1997. Potential antiviral effects of *Terminalia chebula*, *Sanguisorba officinalis*, *Rubus coreanus* and *Rheum palmatum* against duck hepatitis B virus (DHBV). *Phytotherapy Res* 11: 179-182.
8. MIFAFF. 2010. *The Annual output of cash crops*. Ministry of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon, Korea. p 82-89.
9. KFDA. 2010. *Food and drug statistical year book*. Korean Food and Drug Administration, Chungwon, Korea. p 309-310.
10. KFDA. 2010. *Food and drug statistical year book*. Korean Food and Drug Administration, Chungwon, Korea. p 348-349.
11. Lee EY, Cho WS, Park JW. 2005. Development of bio-fertilizers using waste Chinese medicine and earthworm casting. *J KSWM* 22: 332-338.
12. NIAST. 2000. *Method of soil and plant analysis*. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea. p 102-147.
13. CaO HF, Chang AC, Page AL. 1984. Heavy metal contents of sludge-treated soils as determined by three extraction procedures. *J Environ Qual* 13: 632-634.
14. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 69-74.
15. Dubois M, Giles K, Hamilton JK, Robers PA, Smith F. 1951. A colorimetric method for the determination of sugars. *Nature* 168: 167-167.
16. Ando T, Tanaka O, Shibata S. 1971. Chemical studies on

the oriential plant drugs (XXV). *Sayakugaku Zasshi* 25: 28-31.
17. KHSI. 2010. *Health supplements food code*. Korea Health Supplements Institute, Seoul, Korea. p 372-374.
18. Cho YJ, Chun SS, Cha WS, Park JH, Oh SL, Lee WY, Kim JH, Park JG. 2005. Effect of food-garbage compost on the characteristics and storage of persimmon fruits. *Korean J Food Preserv* 12: 199-203.
19. Youn AR, Kwon KH, Kim BS, Noh BS. 2009. Quality changes in *Rubus coreanus* Miquel during frozen storage. *Korean J Food Preserv* 16: 618-622.
20. Kwon KH, Cha WS, Kim DC, Shin HJ. 2006. A research and application of active ingredients in *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel). *Korean J Biotechnol Bioeng* 21: 405-409.
21. Shin HJ, Nam HG, Lim IJ, Cha WS. 2006. Comparison of volatile flavor compounds in *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel) wines with and without mushroom extracts. *Korean J Biotechnol Bioeng* 21: 410-413.
22. Choi HS, Kim MK, Park HS, Kim YS, Shin DH. 2006. Alcoholic fermentation of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miq.) wine. *Korean J Food Sci Technol* 38: 543-547.
23. Lee JH, Hwang HJ. 2006. Quality characteristics of curd yogurt with *Rubus coreanum* Miquel juice. *The Journal of Culinary Research* 12: 195-205.
24. Lee MS, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of *Yukwa* prepared with *Rubus coreanus* miquel extract using different puffing process methods. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 382-391.
25. Lee JW, Do JH. 2000. Chemical compounds and volatile flavor of *Rubus coreanum*. *Korean J Food & Nutr* 13: 453-459.
26. Chung HS, Hwang SH, Yurn KS. 2005. Extraction characteristics of *Rubi fructus* in relation to drying methods and extraction solutions. *Korean J Food Preserv* 12: 436-441.
27. Cho SH. 1984. Physical measurement of color changes in foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 13: 1-8.
28. Lee SJ, Ahn BI. 2009. Change in physicochemical characteristics of black raspberry wines from different regions during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 41: 662-667.
29. Romero RMA, Vazquex OML, Lopez HJ, Simal LJ. 1992. Determination of vitamin C and organic acids in various fruits by HPLC. *J Chroma Sci* 30: 433-437.

(2011년 4월 11일 접수; 2011년 5월 31일 채택)