

추출조건에 따른 우롱차의 이화학적 품질특성에 관한 연구

박상규 · 김종국 · 김준한 · 문광덕 · 오상룡*

경북대학교 농과대학 식품공학과, *국립상주산업대학교 식품공학과
(1994년 11월 5일 접수)

Study on the Characteristic of Physicochemical Quality of Oolong herbs tea by Extraction Conditions

Sang-Kyu Park, Jong-Kuk Kim, Jun-Han Kim,
Kwang-Deok Moon and Sang-Lyong Oh*

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

*Department of Food Science and Technology, Sangju National Polytechnic University

(Received November 5, 1994)

Abstract

The extraction condition and quality attributes components in Oolong tea were investigated. Extraction yield was high in 80~85°C above 50% ethanol solution. Sucrose content most high among the free sugar ranged 37.2~55.0 mg/100 g, while arabinose was the least. Organic acids in ethanolic extracts were fumaric, citric and malic acid. Free amino acids were 15 kinds and contents of proline, tyrosine and glutamic acid were comparatively high. Tannin content extracted from water and 25% ethanol solution were 38.6 and 38.5 µg/100 g, it decreased as ethanol concentration increase. Caffeine content did not changed as extraction conditions. Ascorbic acid content was 6.5 µg/g when extracted from 25% ethanol solution, it decreased as ethanol concentration increase. Bitter and astringent taste affected to overall preference of Oolong tea. Tea manufactured from 25% ethanol solution extracts recorded most high organoleptic score than any other extraction condition.

I. 서 론

차는 우리나라 불교문화의 도입과 함께 전래되어 변성하였으나 조선시대 불교문화의 탄압으로 쇠퇴되어 일부 한정인에 의해 유지되어 오면서 경험에 의한 약리작용이 현대 과학의 진보와 더불어 건강증진에 크게 기여하는 것으로 알려졌으며 대량생산과 소비가 가능하게 되었다^{1,2)}.

우리나라에서 차의 도입은 신라말기에 기록된 역사적 근거에 있어서 1300년 이상의 역사를 갖고 있을 뿐만 아니라 좋은 영양분과 약리적 성분을 지니고 있는 것으로 알려져 왔다^{3,5)}. 일반적인 분류방법으로 제차과정에서 발효정도에 따라 비발효차, 반발효차, 발효차로 나눌 수 있다. 다른 각종 차와 마찬가지로 반발효차인 우롱차도 각종 효능이 밝혀지고 있으며 주로 중국에서 제조 응용되고 있고 최근에 이르러서는 일본과 우리나라에서도 응용연구가 증가하고 있다⁶⁾.

우롱차엽은 주로 중국 대만성과 복건성에서 생산되고 있으며 생산량은 중국차 전체의 약 9%에 지나지 않지만 포종차와 더불어 일본으로 수출되어 차츰 소비자의 관심이 고조되었으며 특히 우롱차는 홍차와 녹차의 장점을 고루 갖춘 독특한 풍미를 가지며 종류 또한 다양한 것으로 보고되고 있다⁷⁾.

우롱차의 약리작용으로는 이뇨작용, 해독작용, 비만 방지 효과, 비타민류의 장내채류 축진, 지질의 과산화 억제, 혈액순환 촉진 및 콜레스테롤의 축적방지등의학적, 약리적 작용이 있는 것으로 보고되고 있다^{8,9)}.

생약차류의 추출 및 이화학적 성분에 대한 연구는 많이 이루어지고 있으나 우롱차의 제조에 있어서 추출조건 및 이화학적 품질에 관련된 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 그 수요가 증가하고 있는 우롱차의 제조에 있어서 기초자료가 될 수 있는 에탄올 농도 및 추출온도에 따른 가용성 고형분, 유리당, 유

기산, 유리아미노산, tannin, caffeine, ascorbic acid의 함량 및 관능적 품질특성을 조사하여 우롱차 제조를 위한 기초자료로서 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에 사용된 시료는 대만 동정지방에서 생산된 우롱차엽의 차아(茶芽)를 건조하여 고온에서 볶은 건조품을 대만 ROSA(주)에서 구입하여 냉장고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

우롱차엽의 일반성분의 조성은 Table 1과 같다.

2. 우롱차엽의 추출 수율 측정

시료 5g을 둥근 플라스크에 넣고 농도를 달리한 에탄올용액(0, 25, 50, 75, 95%)을 시료량의 10배 정도로 가하여 추출온도별(70~75°C, 80~85°C, 90~95°C)로 환류냉각관을 부착시키고 2시간씩 3회 추출하여 여과한 후 그 여액을 감압농축하여 향량이 될 때까지 건조한 다음 초기시료량에 대한 고형분의 양을 백분율로 계산하였다.

3. 유리당의 분석

우롱차의 유리당 함량은 각각의 조건별로 처리한 추출물을 감압농축기로 농축한 후 증류수 일정량으로 정용한 다음 활성탄 Column을 통과시켜 색소를 제거하고 Whatman No.2 여과지로 여과하고 Sep Pak C₁₈ (Waters사)에 통과시킨 다음 용출액을 0.45 µm membrane filter에 재차 통과시킨 다음 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)로 분석하였다. Column은 Sugarpak I을 사용하였으며 이동상은 0.5 M calcium EDTA solution을 사용하였고 검출기는 RI 401 detector로 하였다.

4. 유기산의 정량

각각의 조건별로 추출한 여액을 감압농축기로 농축하고 증류수 일정량으로 정용하여 원심분리(6000 rpm × 10 min) 한 후 그 상정액 10 ml를 음이온 교환수지 column(Amberlite IRA 900, Sigma, 250 × 15 mm)에 흡착시킨 후 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거하고 6 N 개미산으로 흡착된 유기산을 용출하여 다시 감압

농축기로 건조시킨 후 0.008 N 황산용액을 사용하여 2 ml로 정용하고 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. Column은 Aminex column HPX-87H를 사용하였으며 이동상은 0.005 M H₂SO₄를 사용하였고 검출기는 RI 401 detector를 사용하였다.

5. 유리아미노산의 정량

시료 5g을 에탄올 농도별로 추출한 것을 Whatman No.2로 여과한 후 분액 깔대기에 여과액을 넣고 클로로포름을 가하여 색소를 제거하고 분리된 여액에 다시 에테르를 가하여 에테르층을 제거하고 에탄올과 물이 섞여있는 층을 분리, 수집하였다. 분리 수집된 층을 감압농축기로 농축하여 100 ml로 정용하여 HPLC로 분석하였다. Column은 Pico-Tag을 사용하였으며 이동상은 A액으로 0.14 M sodium acetate, 0.05% triethylamine, 1/ Mili-Q quality water, pH 6.4 with phosphoric acid : acetonitrile = 94 : 6(v/v)과 B액으로 60% acetonitrile을 사용하였고 검출기는 UV Absorbance(254 nm)로 하였다.

6. 탄닌의 정량

각각의 추출조건에 따라 추출한 시료를 감압농축기로 농축하여 일정량의 증류수로 정용하고 여과한 여액을 Folin Denis 법¹⁰⁾에 따라 비색 정량하였다.

7. Caffeine의 정량

카페인의 함량 측정은 각각의 추출조건에 따라 추출한 시료를 감압농축기로 농축한 후 일정량의 증류수로 정용한 다음 분액깔대기에 클로로포름을 20~30 ml를 넣고 2회 반복으로 상등액을 분리한 후 그 여액을 수집하여 다시 감압 농축시켜 메탄올 5 ml로 정용하고 여과처리한 후 0.45 µm membrane filter로 재 여과하여 Sep Pak C₁₈(Water사)으로 처리하여 HPLC로 분석하였다. Column은 µ-Bondapak C₁₈을 사용하였으며 이동상은(30% MeOH+70% Water)+3% acetic acid를 사용하였고 검출기는 UV Absorbance(254 nm)로 하였다.

8. Ascorbic acid의 정량

각각의 조건별로 추출한 시료의 ascorbic acid의 함량 측정은 Sood 등의 방법¹¹⁾에 따라 시료 2 ml를 취하여

Table 1. Proximate compositions of Oolong herbs

(Unit: %)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrates
Oolong herbs	11.40	22.27	2.75	4.58	59.00

6%의 metaphosphoric acid 100 ml에 녹인 후, 암소에서 2시간 추출하고 Whatman No.2 여과지로 여과하여 원심분리(6000 rpm×10 min)한 뒤 그 상정액을 Sep pak C₁₈으로 처리하여 0.45 μm membrane filter로 재여과하고 그 여액 2 ml를 HPLC로 분석하였다. Column은 μ-Bondapak C₁₈을 사용하였으며 이동상은 Water : MeOH=85 : 15를 사용하였고 검출기는 UV Absorbance(254 nm)로 하였다.

9. 우롱차의 관능검사

우롱차의 추출에 사용된 에탄올농도 및 추출온도가 우롱차의 향미에 미치는 영향을 조사하기 위하여 제시된 시료의 가용성 고형물의 함량을 18°BX로 시료 모두 일정하게 하여 측정하였으며 대조 시료구로 시판되고 있는 제품을 구입하여 사용하였다. 관능검사를 위한 시료의 온도는 65°C로 하였으며 패널 요원은 경북대학교 식품공학과 대학원생 10명을 선발하여 우롱차의 맛감각을 익히게 한 뒤 5단계 평점법(1: 매우 좋지 않다, 2: 좋지 않다, 3: 그저 그렇다, 4: 좋다, 5: 매우 좋다)으로 짙은 맛, 단맛, 쓴맛, 향미, 색깔, 전체적인 기호도를 각각 3회 반복 평가하였으며 관능검사 결과의 통계분석은 SPSS 통계처리에 의한 Duncan's multiple range test(ANOVA programmed computer)로 그 유의성을 조사하였다.

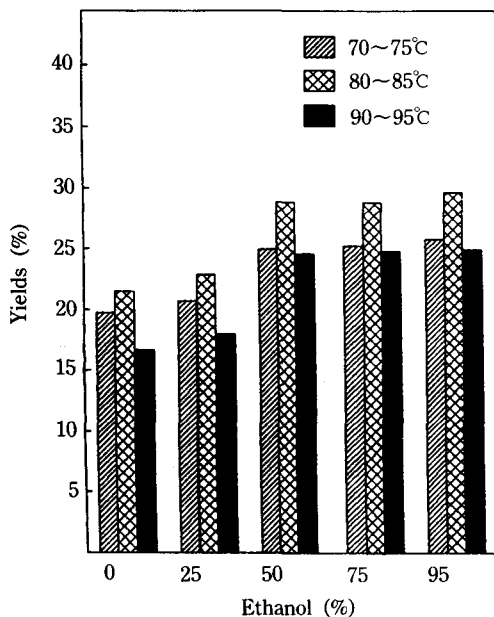


Fig. 1. The extraction yields of Oolong herbs depending on temperatures and ethanol concentration.

III. 결과 및 고찰

1. 우롱차엽의 추출 수율

우롱차엽의 에탄올 농도(25, 50, 75, 95%)에 따른 추출 수율은 Fig. 1과 같이 25% 에탄올 농도에서는 추출 수율이 조금 증가하였으나 에탄올 농도 50%에서는 크게 증가되었고 에탄올 농도 75%와 95%에서는 뚜렷한 변화가 없었다.

또한 추출온도별 추출 수율은 추출온도가 80~85°C에서 가장 추출 수율이 가장 높았으며 본 실험에서 추출온도를 80~85°C로 정하여 추출하여 화학적 성분 조성을 분석하였다.

2. 유리당의 함량

우롱차엽의 추출조건에 따른 추출물의 유리당 분석 결과는 Table 2와 같다. 우롱차엽의 유리당은 raffinose, sucrose, glucose, fructose, arabinose가 함유되어 있었으며 그 함량은 sucrose>glucose>raffinose>fructose>arabinose 순으로 많이 함유되어 있었다.

추출조건에 따른 유리당 함량은 물로써 추출한 것에서 가장 많은 함량을 보였으며 50% ethanol 추출물에서는 가장 적은 함량을 나타내었다. 에탄올 농도 따른 유리당의 함량은 에탄올 농도가 50%까지는 그 함량이 적어지다가 75%, 95%로 에탄올 농도가 증가함에 따라 유리당의 함량은 점차 증가하였다.

3. 유기산의 함량

에탄올 추출농도에 따른 추출물의 유기산 조성은 Table 3과 같다. 우롱차엽의 추출조건에 따른 추출물에서의 유기산은 oxalic acid, citric acid, maleic acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid가 함유되어 있었으며 그 함량은 fumaric acid>citric acid>malic acid>maleic acid>oxalic acid>succinic acid 순이었다.

또한 전체 유기산의 함량으로 볼 때 물로써 추출했을

Table 2. Free sugar compositions of Oolong herbs extracts depending on ethanol concentration.

(Unit: mg/100 g)

	Ethanol concentration (%)				
	0	25	50	75	95
Raffinose	15.0	10.8	8.5	10.2	13.2
Sucrose	55.0	43.0	37.2	40.5	44.6
Glucose	41.5	31.5	28.0	29.4	35.1
Fructose	9.0	7.5	6.0	7.2	7.6
Arabinose	5.6	3.8	3.3	3.5	4.7
Total	126.1	96.6	83.0	90.8	105.2

Table 3. Compositions of non-volatile organic acid in Oolong herbs extracts depending on ethanol concentration (Unit: mg/g)

	Ethanol concentration: (%)				
	0	25	50	75	95
Oxalic acid	0.3093	0.2538	0.2891	0.3523	0.2103
Citric acid	0.5642	0.3042	0.4656	0.6204	0.2047
Maleic acid	0.4026	0.2013	0.2436	0.1469	0.1871
Malic acid	0.4005	0.3090	0.4382	0.1619	0.2444
Succinic acid	0.2663	0.2488	0.3790	0.1839	0.1407
Fumaric acid	0.7446	0.2477	0.7842	0.5449	0.6037
Total	2.6875	1.5648	2.5997	2.0103	1.5909

Table 4. Free amino acid composition of Oolong herbs extracts depending on ethanol concentration (Unit: mg/g)

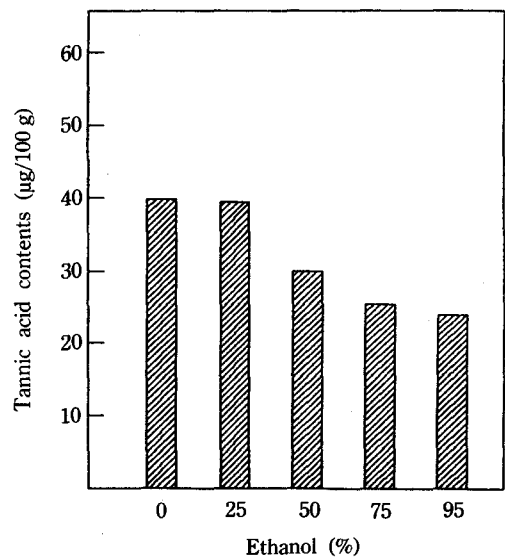
	Ethanol concentration (%)				
	0	25	50	75	95
Aspartic acid	0.322	0.308	0.355	0.264	0.029
Glutamic acid	0.375	0.592	0.685	0.335	0.031
Serine	0.174	0.173	0.214	0.154	0.023
Glycine	N.D*	0.081	0.088	0.080	0.005
Histidine	N.D	0.191	0.224	0.110	N.D
Threonine	0.018	0.076	0.093	0.025	0.008
Alanine	0.056	0.100	0.123	0.094	0.029
Proline	1.161	1.426	1.681	1.656	0.693
Tyrosine	0.516	0.778	0.916	0.812	0.206
Valine	0.322	0.503	0.560	0.475	0.152
Methionine	N.D	0.179	0.186	0.085	0.049
Isoleucine	0.061	0.110	0.125	0.030	0.030
Leucine	0.027	0.050	0.056	0.020	0.022
Phenylalanine	0.196	0.288	0.338	0.257	0.148
Lysine	0.031	0.064	0.069	0.024	0.029
Total	3.259	3.919	5.713	4.421	1.454

N.D* means not detected.

때의 함량이 가장 많았으며 에탄올 농도에 따라서는 50%, 75%에서 높은 함량을 보였고 95%에서 추출했을 때 함량이 가장 적었다.

4. 유리아미노산의 함량

각각의 추출조건에 따른 우롱차 추출물의 유리아미노산의 조성은 Table 4와 같이 Aspartic acid, glutamic acid, serine, histidine 등 15종류의 아미노산이 확인되었으며 그 중에서 proline이 0.693~1.681 mg/g으로 가장 많은 함량을 보였고 tyrosine, glutamic acid, valine, aspartic acid 등도 다른 유리아미노산보다 비교적

**Fig. 2.** Tannic acid contents of Oolong herbs extracts depending on ethanol concentration.

많은 양을 나타내었다.

추출조건에 따른 유리아미노산의 함량은 물로써 추출하였을 때보다 에탄올 농도가 증가함에 따라 다소 증가하였으며 95% 에탄올 농도에서 오히려 감소하였다.

5. 탄닌의 함량

우롱차엽의 각각의 조건에 따라 추출한 추출물의 탄닌 함량은 Fig. 2와 같이 물에서 추출한 것이 가장 높게 나타났으며 에탄올 추출 농도가 높아질수록 감소되었다. 즉 물과 25% 에탄올 농도에서 추출한 시료액에서는 38.6 µg/100 g과 38.5 µg/100 g으로 큰 차이를 나타내지 않았으나 50% 에탄올로 추출한 시료액에서는 30.9 µg/100 g으로 크게 감소되었고 75% 및 95% 에탄

을로 추출한 시료액에서 24.8 µg/100 g과 24.2 µg/100 g으로 더욱 낮은 값을 나타내었다.

6. 카페인 함량

에탄올 추출농도에 따른 카페인의 조성은 Fig. 3과 같이 나타내었다. 에탄올 추출농도 25%에서는 가장 높은 14.08 mg/g을 나타내었고 75% 에탄올 농도로 추출한 시료액에서는 13.71 mg/g, 95% 에탄올 농도로 추출한 시료액에서는 13.93 mg/g, 물에서 추출한 시료액에서는 12.82 mg/g을 각각 나타내었으며 50% 에탄올 농도로 추출한 시료액에서 12.65 mg/g로 가장 낮은 값을 보였으며 에탄올의 농도에 따른 카페인의 함량은 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

7. Ascorbic acid의 함량

각각의 조건에서 처리한 우롱차 추출물에서의 ascor-

bic acid 함량은 Fig. 4에서와 같이 물에서 추출한 시료액이 6.95 µg/g으로 가장 높았으며 25% 에탄올로 추출한 시료액은 6.50 µg/g으로 조금 적게 나타났으나 50% 에탄올로 추출한 시료액에서는 3.52 µg/g으로 ascorbic acid 함량이 큰 폭으로 적어졌으며 75%와 95% 에탄올로 추출한 시료액에서도 ascorbic acid 함량은 2.90 µg/g와 2.78 µg/g으로 더욱 낮은 값을 나타내었다. 이러한 실험결과로 추출용매에 따른 우롱차 추출물에서 ascorbic acid 함량은 에탄올 농도가 높아질수록 그 함량은 감소하는 것으로 생각되었다.

8. 우롱차의 관능검사

각각의 추출조건에 따라 추출된 우롱차의 짙은 맛, 쓴맛, 단맛, 향미, 색깔 및 전체적인 기호도에 대한 관능평가를 실시하고 이들 결과에 대한 유의성 검정을 한 결과는 Table 5와 같다.

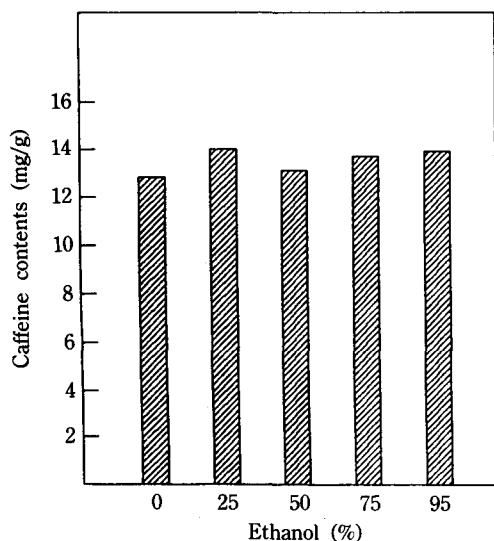


Fig. 3. Caffeine contents of Oolong herbs extracts depending on ethanol concentration.

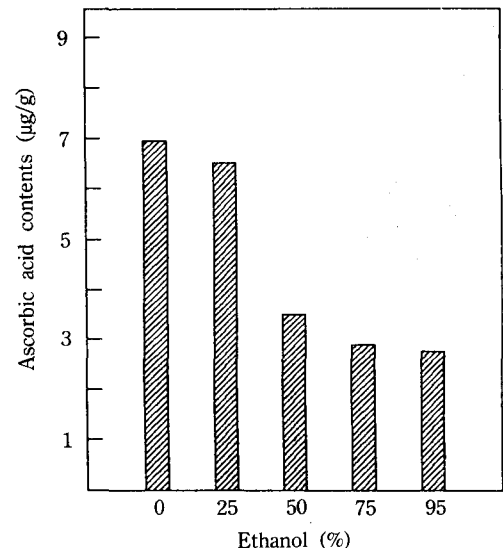


Fig. 4. Ascorbic acid contents of Oolong herbs extracts depending on ethanol concentration.

Table 5. Sensory scores of Oolong herbs extracts by depending on ethanol concentrations.

	astringency	sweetness	bitterness	flavor	color	overall acceptance
Grp.1	*1.3 ^{a**}	2.0 ^a	1.6 ^a	1.7 ^a	3.3 ^b	2.6 ^a
Grp.2	2.2 ^b	1.8 ^a	2.3 ^{ab}	2.2 ^{ab}	3.1 ^b	3.2 ^{ab}
Grp.3	3.8 ^c	1.9 ^a	3.2 ^c	2.7 ^{bc}	2.9 ^b	3.1 ^{ab}
Grp.4	3.8 ^c	1.8 ^a	4.0 ^d	3.2 ^c	2.4 ^b	2.6 ^a
Grp.5	4.4 ^c	1.6 ^a	4.5 ^d	3.9 ^d	1.6 ^a	2.4 ^a
Grp.6	4.3 ^c	2.3 ^b	4.0 ^{dc}	3.0 ^c	1.5 ^a	2.3 ^a

*Each value represents the mean of the ratings by 10 judges using 5 point scale (1=extremely dislike, 5=extremely like).

**Means in a column followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$) by Duncan's test.

Table 6. Correlation coefficients between sensory characteristics.

Characteristics	astringency	sweetness	bitterness	flavor	color	overall acceptance
astringency	1.0000	.3273	.8587**	.5241	.3925	.7990**
sweetness	.3273	1.0000	.0984	.1201	.0000	.2746
bitterness	.8587**	.0984	1.0000	.5041	.3637	.7144*
flavor	.5241	.1201	.5041	1.0000	.5041	.5570
color	.3925	.0000	.3637	.5041	1.0000	.3431
overall acceptance	.7990**	.2746	.7144*	.5570	.3431	1.0000

*Significant at 1% level ($p \leq 0.01$), **Significant at 0.1% level ($p \leq 0.001$)

물로써 추출한 우롱차를 음료화한 것을 Grp. 1로 표현하고, 25% 에탄올 추출농도로 추출한 추출액을 음료화 한 것을 Grp. 2로, 50%, 75%, 95% 에탄올 추출농도에서 추출한 것을 음료화 한 것을 Grp. 3, Grp. 4, Grp. 5로 각각 표현하고 Grp. 6은 시중에 유통되고 있는 제품을 대조구로 하여 나타내었다. 짙은 맛과 쓴맛은 물로써 추출한 추출물을 음료화한 것이 기호도가 가장 낮게 나타났으며 에탄올의 농도가 높을수록 그 추출물의 기호도는 높게 나타났다. 이와 같이 짙은 맛과 쓴맛의 기호도 결과로 미루어 볼 때 그 맛에 관여하는 tannin 물질이 적게 함유될 수록 기호도는 좋게 평가된 것으로 생각된다.

단맛은 물로써 추출한 차엽을 음료화한 것이 관능평점이 높게 나타났는데 이는 짙은 맛과 쓴맛의 상반되는 관계에서 짙은 맛과 쓴맛이 강할수록 단맛은 적게 느껴지는 것으로 생각되었다. 향미는 에탄올 농도가 높은 것에서 추출한 추출물을 음료화 한 것이 기호도가 좋게 나타났으며 색깔은 이와 반대의 경향을 보였다. 추출조건에 따른 우롱차의 관능적 특성들간의 상관관계를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 쓴맛과 짙은 맛 사이에는 0.1%의 유의 수준에서 그 유의성이 인정되었으며 전체적인 기호도에 가장 높은 상관관계를 나타내었다. 풍미는 전체적인 기호도에 다소 높은 상관관계를 보였으며 단맛과 색은 뚜렷한 상관을 나타내지 않았다.

IV. 요 약

우롱차의 에탄올 추출 특성을 조사하기 위하여 추출농도 및 온도별로 우롱차의 품질에 미치는 유효성분들을 분석, 조사하였다.

우롱차엽의 에탄올 추출물은 추출시 80~85°C, 50% 이상의 에탄올 농도에서 대체적으로 높은 수율을 나타내었다.

추출물의 유효성분 분석에서 유리당은 sucrose가 37.2~55.0 mg/100 g로 가장 함량이 많았으며 반면에

arabinose는 3.3~5.6 mg/100g로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 에탄올 추출물의 유기산 함량은 fumaric acid가 0.2477~0.7842 mg/g, citric acid가 0.2047~0.6204 mg/g, malic acid가 0.1619~0.4382 mg/g로 주요 유기산으로 나타났다.

유리아미노산은 aspartic acid, glutamic acid, serine, histidine 등 15종류가 나타났으며 그 중에서 proline이 0.693~1.681 mg/g으로 가장 많이 나타났고 tyrosine, glutamic acid, valine, aspartic acid 등도 다른 유리아미노산보다 많은 양을 보였다.

추출조건에 따른 탄닌의 함량은 물과 25% 에탄올 농도에서 38.6, 38.5 µg/100 g을 나타냈고 추출용매의 농도가 높을수록 탄닌의 함량은 낮아져 95% 에탄올 농도에서는 24.2 µg/100 g을 나타내었다.

카페인 함량은 추출용매의 차이에도 뚜렷한 변화를 나타내지 않았고 그 함량은 12.65~14.08 mg/g이었으며 ascorbic acid의 함량은 물과 25% 에탄올농도에서 6.95 µg/g과 6.50 µg/g을 나타냈고 추출용매의 농도가 높아질수록 ascorbic acid의 함량은 낮아져서 95% 에탄올에서는 2.78 µg/g을 나타내었다.

추출용매의 농도에 따른 관능검사 결과 짙은 맛과 쓴맛이 전체적인 기호도에 가장 높은 상관관계를 나타내었으며 에탄올 농도를 25%로 하여 추출한 우롱차의 전체적인 기호도가 가장 높게 나타났다.

참고문헌

1. 김해중, 남성희, 김형수, 이석진. 한국 인삼성분에 관한 연구. 한국식품과학회지 9(1): 19-23, 1977.
2. 김영배, 강영희, 이수대. 한국산 두충차의 품질에 관한 연구. 한국식품과학회지 8(2): 70-73, 1976.
3. 김운학. 한국의 차문화. 현암사, p. 17-20, 1981.
4. 竝木和子, 立山千草. 茶浸出液の血小板凝集抑制作用. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 38(3): 189-195, 1991.
5. Senji Sakanaka. Antibacterial Substances in Japanese Green Tea Extract against Streptococcus mutans,

- a Cariogenic Bacterium. *Agric. Biol. Chem.* **53**(9): 2307-2311, 1989.
6. 최성희. 차의 풍미성분과 보건효과. *Life Science* **2**(4): 240-247, 1992.
 7. Hirotsugu Takayanagi and Toyomasa Anan. Chemical Composition of Oolong Tea Pouchung Tea. *茶業研究報告* **60**: 54-58, 1984.
 8. 細野秀和. ウ-ロン茶 抽出物 “サンウ-ロン”. 加工食品의 新素材 動向 28-34, 1993.
 9. 天野. 烏龍茶 制調技術方法. ミクユ 技術開發研究所, 1986.
 10. 寺田志保子, 増井俊夫. 各種茶 浸出液 および “ティート” リンス中の カフェイン, カテキン 組成. *日食工誌* **34**(1): 20-27, 1987.
 11. Sood, S.P., Sartori, L.E., Whittmer, D.P. and Haney, W.C. High pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected foods and multivitamin products. *Anal. Chem.* **48**(6): 796, 1976.