



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

일본산 품종 제다 녹차의 우림에서 물 온도와  
시간에 따른 주요 성분의 용출 특성

오쿠야마 치카코

제주대학교 일반대학원

원예학과

2024년 2월

# 일본산 품종 제다 녹차의 우림에서 물 온도와 시간에 따른 주요 성분의 용출 특성

이 논문을 농학 석사 학위논문으로 제출함

오쿠야마 치카코

제주대학교 대학원

원예학과

지도교수 송 관 정

오쿠야마 치카코의 농학 석사학위 논문을 인준함

2023년 12월

심사위원장 오 욱 교수 \_\_\_\_\_

위 원 조 영 열 교수 \_\_\_\_\_

위 원 송 관 정 교수 \_\_\_\_\_

## 목 차

목차.....	i
요약.....	ii
LIST OF TABLES.....	iii
LIST OF FIGURES.....	iv
I. 서언.....	1
II. 재료 및 방법.....	3
1. 식물재료 및 우림조건.....	3
2. 우림 성분의 분석.....	3
3. 관능검사 방법.....	7
4. 통계분석.....	7
III. 결과 및 고찰.....	8
1. 일본산 전차 주요 성분의 함량 특성 및 맛의 관능평가.....	8
2. 우림 물의 온도와 우림 시간에 따른 주요 성분의 용출 특성.....	13
IV. 인용문헌.....	27
V. ABSTRACT.....	30

# 일본산 품종 제다 녹차의 우림에서 물 온도와 시간에 따른

## 주요 성분의 용출 특성

오쿠야마 치카코

제주대학교 일반대학원 원예학과

### 요약

차의 맛은 여러 요인에 따라 다르지만 그 중에서도 찻잎에 포함된 각 성분의 용출량에 따라 차의 맛이 크게 결정된다. 본 연구는 '야부키타', '후슌', '오쿠미도리' 및 '베니후키'와 같은 일본 전차의 용출 특성을 분석하기 위해 수행되었다. 우림 물의 온도는 20, 40, 60, 80 및 100°C로, 우림 시간은 1 분과 2 분으로 설정하였다. 성분에 따른 용출률에 있어 총 아미노산은 22.7~76.6%, 테아닌은 4.0~81.8%, 총 폴리페놀은 4.8~74.8%, 카테킨은 4.9~70.4%, 그리고 카페인은 3.5~80.1%로 매우 넓은 범위로 나타났으며, 우림 물 온도가 20°C에서 100°C로 높아질수록, 우림 시간이 1 분에서 2 분으로 길어질수록 성분의 용출률은 증가하였다. 총 아미노산은 저온에서도 다소 높은 용출을 나타내었으며, 총 폴리페놀, 카테킨류, 카페인은 80°C 이상의 고온에서 잘 용출되었다. 그러므로 일본산 녹차에서 우림 조건을 조절하면 개인의 기호도에 적합한 차의 맛을 낼 수 있을 것으로 생각된다.

## LIST OF TABLES

<b>Table 1.</b> HPLC analytic conditions for measuring catechins and caffeine content infused with hot water infusion in Japanese green teas .....	6
<b>Table 2.</b> Characteristics of major components in Japanese green teas manufactured with different tea plant cultivars .....	9
<b>Table 3.</b> Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam manufactured with ‘Yabukita’ cultivar.....	21
<b>Table 4.</b> Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam manufactured with ‘Fushun’ cultivar .....	22
<b>Table 5.</b> Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam manufactured with ‘Okumidori’ cultivar.....	23
<b>Table 6.</b> Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam manufactured with ‘Benifuki’ cultivar .....	24

## LIST OF FIGURES

- Fig. 1.** Average score by sensory test of tea flavor, afterglow, umami, sweetness, astringent taste, bitterness and color in the tea liquor brewed from Japanese green teas manufactured individually with different tea cultivars ..... 12
- Fig. 2.** Infusion rate (%) of total amino acid at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’ ..... 14
- Fig. 3.** Infusion rate (%) of theanine at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’..... 15
- Fig. 4.** Infusion rate (%) of total polyphenols at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’..... 18
- Fig. 5.** Infusion rate (%) of total catechins at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’..... 19
- Fig. 6.** Infusion rate (%) of caffeine at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’..... 25

## I. 서언

녹차는 오래 전부터 음료로서 우리 생활 속에 자리 잡아, 일본, 중국 등 아시아 국가들을 중심으로 중요하게 여겨지고 왔다. 오랫동안 건강 관련 녹차의 기능성은 물론, 기호성에 다양한 연구가 이루어져 왔고 세계적으로 녹차에 대한 소비는 지속적 늘고 있다(Eto et al., 2013; Park et al., 2022). 녹차는 먼저 열처리로 찻잎의 산화효소를 불활성화시킨 후 유념, 건조과정을 거쳐 재다 된다. 우리나라와는 달리 일본의 경우 전차를 비롯하여 녹차의 종류가 많은 편이며, 차나무의 품종, 재배 환경, 제다 방법 등에 영향을 받아 녹차의 향미가 달라진다고 알려져 왔다(Ina et al., 2007; Kim et al., 2010; Kubo et al., 2014).

차의 맛은 개인의 미각에 따라 좌우되며, 찻잎에 함유된 아미노산, 폴리페놀, 카페인 등 다양한 성분의 영향을 받게 된다. 그 중에서도 아미노산은 감칠맛, 카테킨 및 폴리페놀은 떫은맛과 쓴맛, 카페인은 쓴맛을 나타내어, 이들 3개 성분의 함량과 비율이 차의 맛에 크게 영향을 미치게 된다. 일본 전차의 경우 카테킨의 떫은맛 및 쓴맛과 아미노산의 감칠맛의 조화가 중요하며, 특히 아미노산은 가장 중요한 품질지표 중의 하나로 알려져 있다(Omori, 2017). 아미노산은 비교적 저온과 짧은 우림 시간에도 용출되는데 반해, 카테킨과 카페인은 보다 고온에서 용출되어 우림 시간이 길어짐에 따라 용출이 증가하는 특성을 가지고 있다. 그러므로 녹차의 경우 우림 물의 온도와 시간이 중요한 우림 기준이 되고 있다(Omori, 2017; Oh et al., 2023).

녹차의 우림 조건에 따른 성분의 용출 특성에 대한 연구는 국내에서도 수행되어 왔다(Son et al., 2012; Hong et al., 2017). 그러나 이들 대부분의



연구는 우림 조건에 따른 차의 성분 함량의 변화와 관계되며 우림 조건에 따른 용출률의 비교에 대해서는 거의 연구된 바 없는 실정이다(Oh et al., 2023). 또한 일본의 경우 국내와 달리 다양한 품종들이 육성·보급되어(Takeda et al., 2019), 품종 단위별로 녹차가 제다되고 있어 다양한 소비자들의 기호도를 반영하고 있음에도 불구하고 오랫동안 ‘야부키타’의 제다 품질과 성분 특성과 관련한 연구가 대부분을 차지하고 있다(Sasaki, 2018). 그러나 품종별로 제다한 녹차에서의 우림 조건에 따른 성분의 용출 특성을 비교한 연구는 거의 없는 실정이다(Morita et al., 2004).

그러므로 본 연구는 제주에서 가장 보급이 많은 품종을 대상으로 일본에서 품종별로 제다된 전차를 이용하여 우림 온도와 시간에 따른 주요 성분들의 용출 특성을 분석하여, 소비자 기호에 맞는 녹차의 우림 조건 설정의 기초자료를 제공코자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 식물재료 및 우림조건

일본에서 가장 많이 재배되고 있는 ‘야부키타’(Yabukita), ‘야부키타’를 종자친으로 육성된 ‘오쿠미도리’ (Okumidori), 그리고 ‘야부키타’가 아닌 양친의 품종으로 육성된 ‘후슌’(Fushun) (Takeda et al., 2019)의 시즈오카현산 전차 3종, 그리고 아삼종의 양친으로 육성된 카고시마현산 ‘베니후키’(Benifuki) (Ohmori, 2017) 전차 1종, 총 4종의 일본산 전차를 사용하였다. 이들 품종의 차는 모두 2022년 제다된 1번차이며 ‘야부키타’는 100g에 약 10,000원, ‘후슌’과 ‘오쿠미도리’는 약 12,000원, ‘베니후키’는 약 19,000원 정도에 시판되고 있는 제품을 구입하여 이용하였다.

잎차를 유리병에 2g씩 넣은 후 온도 40, 60, 80 및 100°C로 끓인 증류수 150 mL를 가한 후 우림 시간 1분 및 2분 동안 항온수조 (Daihan-Labtech Co.,Ltd., Japan)를 이용하여 각각의 설정 온도를 유지하면서 우림을 수행하였다. 우림에 따른 성분의 용출 정도를 비교하기 위해 잎차 2g을 100°C로 끓인 증류수 150 mL과 혼합하여, 30분 동안 온도를 유지하는 조건에서 개별 성분의 총량을 추출하였다.

### 2. 우림 성분의 분석

잎차의 함수량은 잎차 5 g 을 건조기(KTI - 45/46, KTI, Ltd., Korea)를 이용하여, 80°C에서 24 시간 건조한 다음 잦잎 무게를 측정하여 건물중을 산출하였다.

추출액을 먼저 여과지로 여과한 후 15mL 원심관 튜브에 10mL 씩 넣어

원심분리기 (Union32, Hanil Science Industry, Korea)로 4℃, 9,447xg, 10 분간 원심 분리하고 상정액을 각 성분 용출량의 분석에서 이용하였다.

성분 용출량의 분석에서 총 아미노산과 총 폴리페놀은 Chen and Zhou (2005)의 분석 방법을 수행하였다. 총 아미노산의 용출량의 정량을 위해 상정액 0.1mL, 완충액(1/15 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1/15 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, pH 8.0) 0.05mL, 발색시약 2% ninhydrin(C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O) 0.05mL, 그리고 증류수 0.2mL 를 25mL 플라스크에 넣은 후 항온수조(Daihan Labtech Co., Ltd.)를 이용하여 95℃에서 15 분 가열한 후 냉장고를 이용하고 식힌 다음에 증류수로 최종 부피 25mL 로 조정하였다. 이를 분광광도계(UV-1990i, Shimadzu CORP., Japan)로 흡광도(A<sub>570</sub>)를 측정된 후 L-glutamic acid(Shigma-Aldrich Chemical Co., St. Louice, MO, USA)를 100 mg 을 100mL 의 증류수에 용해한 것을 10 배 희석하고 표준용액으로 이용하여, 표준용액의 발색 정도와 비교하여, 계산식(1)을 이용하여 총 아미노산 함량을 산출하였다.

$$\text{총 아미노산}(\%, \text{건물중 기준}) = \{[C \times L_1 / 1000 \times L_2] / M \times m\} \times 100 \quad (1)$$

[C: 글루타민산 표준용액의 흡광도(A<sub>570</sub>)로 산출된 표본 농도, L<sub>1</sub>: 상정액 총량(mL), L<sub>2</sub>: 분석에 사용한 상정액량(mL), M: 잎차 무게(g), m: 잎차 건물율]

총 폴리페놀 용출량의 정량을 위해 상정액 0.1mL, 완충액(1/15 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, pH 7.5) 1.5mL, 발색시약 (0.1% FeSO<sub>4</sub>, 0.5% C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>KNa·4H<sub>2</sub>O) 0.05mL와 증류수 0.04mL를 시험관에 넣고 혼합하였다. 이를 분광광도계 (UV-1990i, Shimadzu CORP., Japan)로 흡광도(A<sub>540</sub>)를 측정된 후 gallic acid(Shigma-Aldrich Chemical Co., St. Louice, MO, USA) 표준용액의 발색 정도와 비교하여,

계산식(2)을 이용하여 총 폴리페놀 함량을 산출하였다. 표준용액 gallic acid의 흡광계수는 3.914로 차 용출액에서 폴리페놀 3.914mg에 상당한다.

총 폴리페놀(% , 건물중 기준) =  $\{(A_{540} \times 3.914) / 1000\} \times \{(L_1 \times 100) / (L_2 \times M \times m)\}$  (2)

[3.914: gallic acid의  $A_{540}$  흡광계수  $L_1$ : 상징액 총량(mL),  $L_2$ : 분석에 사용한 상징액량(mL)  $M$ : 잎차 무게(g),  $m$ : 잎차 건물율]

카테킨 및 카페인은 Liang et al., (2001)의 분석 방법을 수행하였다. 용출량 정량을 위해 상징액 0.05 mL 을 3 차승류수 0.05mL 에 1:1 비율로 희석해 혼합한 다음에 0.45  $\mu$ m syringe filter 로 여과한 것을 HPLC (LC-20AT, Shimadzu COPR., Japan)를 이용하여 정량하였다. 카테킨 및 카페인의 표준물질로는 Shigma-Aldrich Chemical Co.,의 제품인 (-)-epicatechin(EC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), (+)-catechin (C), (+)-gallocatechin (GC), (-)-catechin gallate (CG), (-)-gallocatechin gallate (GCG), 그리고 caffein 을 사용하였으며 HPLC 의 분석 조건은 Table 1 과 같다.

개별 아미노산 및 테아닌의 분석은 Moon et al., (2020)의 분석 방법으로 수행하였다. 용출량 정량을 위해 상징액 0.01mL 를 0.02N HCl 0.01mL 에 1:1 비율로 희석 해 혼합한 후 0.45  $\mu$ m syringe filter 로 여과해 아미노산 분석기 (LA8080, Hitachi, Ltd., Japan)로 정량하였다. 표준물질로는 39 종의 amino acids mixture standard solution (Fujifilm Wako Pure Chemical Corp., Japan)를 사용하였다.

Table 1. HPLC analytic conditions for measuring catechins and caffeine content infused with hot water infusion in Japanese green teas

Parameter	Conditions
Column	5 $\mu$ m-DiamonsilTMC18, 4.5 mm x 250 mm
Temperature	35°C
Mobile phase	A: Acetonitrile:acetic acid:water [6:1:193(v/v/v)] B: Acetonitrile:acetic acid:water [60:1:139(v/v/v)]
Gradient	30% mobile phase A to 100% mobile phase B for over 45 min
Flow rate	1 mL·min <sup>-1</sup>
Detector	Shimadzu SPD ultraviolet detector, 280 nm
Injection volume	10 $\mu$ L

### 3. 관능평가 방법

제주대학교 원예환경전공 녹차학 수강생 15 명을 대상으로 관능평가를 실시하였다. 관능평가는 일본의 녹차 품질평가 방식으로 잎차 3g 을 100℃ 물 150mL 로 5 분간 우린 후 여운, 감칠맛, 단맛, 떫은맛, 쓴맛과 수색에 대하여 평가하였다. 각 항목별 평가 척도 1(약함)~5(강함)의 5 점 척도로 점수를 부여한 후 평균값을 산출하였다.

### 4. 통계분석

통계분석은 SPSS 프로그램 (IBM SPSS Statistics Ver.28, Inc., NY, USA)를 이용하여 유의성을 검정하였으며 평균의 각 비교는 Duncan 의 다중검정 및 T 검정으로 분석하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

#### 1. 일본산 전차 주요 성분의 함량 특성과 맛의 관능 평가

일본산 4 종 전차에서 주요 성분인 총 아미노산, 테아닌, 총 폴리페놀, 카테킨, 그리고 카페인의 함량을 Table 2 에 나타내었다. 총 아미노산의 함량은 ‘오쿠미도리’가 3.9%로 가장 많았으며, 이어서 ‘야부키타’와 ‘후순’ 3.0%, ‘베니후키’ 1.4%의 순이었다. 테아닌은 ‘오쿠미도리’가 2.2%로 가장 많았으며, 이어서 ‘야부키타’ 1.9%, ‘후순’ 1.5% 및 ‘베니후키’ 1.1%의 순이었다. 총 폴리페놀은 ‘베니후키’가 17.3%로 가장 많았으며, 이어서 ‘오쿠미도리’ 13.1%, ‘후순’ 12.5% 및 ‘야부키타’ 12.2%의 순이었다. 총 카테킨은 총 폴리페놀의 경우와 유사하게 ‘베니후키’가 11.3%로 가장 많았으며, 이어서 ‘오쿠미도리’ 10.7%, ‘후순’ 10.7% 및 ‘야부키타’ 10.5%의 순이었다. 개별 카테킨은 EGCG 의 함량이 가장 많았으며, 총 카테킨 함량의 50% 이상을 차지하였고, 이어서 EGC, ECG 및 EC 의 순이었다. 카페인은 ‘베니후키’가 3.3%로 가장 많았으며, 이어서 ‘오쿠미도리’ 2.9%, ‘후순’ 2.7% 및 ‘야부키타’ 2.6%의 순이었다.

일반적으로 일본 및 한국 녹차의 경우 아미노산은 1~5% 함유되는 것으로 알려져 있는데(Ina et al., 2007; Kim et al., 2010), 4 종의 전차는 모두 이 범위 내였으나, ‘야부키타’, ‘후순’ 및 ‘오쿠미도리’의 3 종과 ‘베니후키’의 함량 간에는 차이가 매우 큰 편이었다. 아삼종의 특징을 가지고 있는 ‘베니후키’는 기능성 성분인 카테킨의 이용을 목적으로 전차로 제다되고 있는데, 카테킨의 함량은 풍부한 반면에 아미노산의 함량이 낮은 것으로 알려져 있다(Omori, 2017). 또한, 찻잎 수확 시기에 따라 제다된 녹차의 품질이 현저히 다르다는 것도 알려져 있다(Nakagawa et al., 1957; Song et al., 2012; Miki, 2019). 더욱이 ‘베니후키’

Table 2. Characteristics of major components in Japanese green teas manufacture with different tea plant cultivars

Component (%)	Yabukita	Fushun	Okumidori	Benifuki	Significance
Total amino acids	3.0±0.0 <sup>z</sup> <sup>y</sup>	3.0±0.0b	3.9±0.1a	1.4±0.0c	*
Theanine	1.9±0.2b	1.5±0.2c	2.2±0.4a	1.1±0.4d	*
Caffeine	2.6±0.2b	2.7±0.1b	2.9±0.1b	3.3±0.1a	*
Total polyphenols	12.2±0.1b	12.5±0.1b	13.1±0.5b	17.3±0.7a	*
Total catechins	10.5±0.2b	10.6±0.8b	10.7±0.8b	11.3±1.6a	*
GC	0.6±0.2	0.6±0.3	0.6±0.3	0.6±0.2	ns
EGC	2.0±0.4b	2.1±0.5ab	1.9±0.5b	2.2±0.7a	*
C	0.4±0.2	0.4±0.1	0.4±0.1	0.4±0.3	ns
EC	0.8±0.3	0.8±0.2	0.9±0.2	0.9±0.1	ns
EGCG	5.3±0.6a	5.3±0.6b	5.3±0.3b	5.5±0.4b	*
GCG	0.4±0.3b	0.4±0.2ab	0.5±0.2ab	0.5±0.3a	*
ECG	0.9±0.5b	0.9±0.2b	1.0±0.4b	1.1±0.4a	*
CG	0.1±0.0	0.1±0.1	0.1±0.0	0.1±0.2	ns

<sup>z</sup>All values represent mean±SE (n=3).

<sup>y</sup>Mean separation within rows by Duncan's multiple range test at 5% level.

GC: gallic catechin, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin gallate, GCG: gallic catechin gallate, ECG: epicatechin gallate, CG: catechin gallate



기능성 성분인 카테킨 함량을 증가시키기 위해 '야부키타'보다 10~14 일 정도 늦게 수확하여 제다하는 경향이 있기 때문에(Konomoto et al., 2006; Takeda et al., 2006) 아미노산의 함량은 낮고 폴리페놀의 함량은 높은 것으로 생각된다.

아미노산의 한 종류인 테아닌은 아미노산 중에서 가장 함량이 높아 총 아미노산의 50~60%를 차지하는 것으로 알려져 있는데(Kim et al., 2010; Omori, 2017), 본 연구 결과에서도 비슷하게 총 아미노산의 50% 이상을 차지하고 있었다. 일본 녹차의 경우 카페인 함량은 2.0~3.5%로 알려져 있는데(Omori, 2017), 본 연구 결과는 4 종의 전차 모두 이 범위 내에 있었다.

일본 녹차의 경우 카테킨 함량은 12~13% 정도 보고되고 있고(Morita et al., 2017), 카테킨 함량은 총 폴리페놀의 75% 이상을 차지한다고 보고되고 있다(Morita et al., 2017). 본 연구에서는 카테킨 함량은 다소 낮은 10.5~11.3% 이었고, '야부키타', '후슌' 및 '오쿠미도리'에서는 총 폴리페놀의 85% 내외로 일치하는 경향이었으나, '베니후키'에서는 66% 정도로 낮은 편이었다. 찻잎의 성분 함량은 품종, 재배 환경, 제다 방법, 추출 방법의 차이에 영향을 받아 달라지는데(Kim et al., 2010; Kozaki et al., 2020; Konomomoto et al., 2006; Moon et al., 2019), 이러한 요인들이 복합적으로 작용하여 기존 연구보고와는 다른 경향을 보인 것으로 생각된다. 또한, 개별 카테킨은 EGCG, EGC 및 ECG 의 높은 함량에 반해 GCG, GC, CG 및 C 는 낮은 용출량을 나타내었다. 이는 제다 과정의 가열에 의해 EGCG, EGC 및 ECG 들이 열변성에 의해 증가되었기 때문으로 보아진다(Morita et al., 2017).

차 성분의 함량과 맛의 상관성을 확인하기 위하여 관능평가를 수행하였다 (Fig. 1). 성분 함량 특성이 비슷한 '야부키타'와 '후슌'은 맛의 관능 평가에서도 비슷한

특징을 보였으며, 감칠맛과 단맛에 비하여 짙은맛과 쓴맛이 비교적 강하게 느껴진다는 평가를 나타냈다. ‘오쿠미도리’는 ‘야부키타’와 ‘후슌’에 비하여 감칠맛과 단맛은 약간 강하게, 그리고 짙은맛과 쓴맛은 약하게 느껴지는 것으로 맛의 균형이 가장 우수한 편이었다. ‘베니후키’는 감칠맛과 단맛은 약하고 짙은맛과 쓴맛이 두드러진다는 평가를 보였다. 특히 테아닌 함량이 높은 차는 감칠맛과 단맛을 많이 느끼는 반면, 카테킨과 카페인의 함량이 높은 차는 짙은맛과 쓴맛을 느끼게 되며(Omori, 2017; Uchiyama et al., 2013), 총 아미노산과 테아닌의 함량이 높은 품종일수록 맛에 대한 평가가 높아진다고 보고되어 왔다(Kim et al., 2010). 본 연구에서도 비슷한 경향을 보였고 성분 함량과 맛의 상관성이 높음을 확인할 수 있었다. 특히 ‘오쿠미도리’는 ‘야부키타’와 ‘후슌’에 비해 총 폴리페놀과 카페인 함량이 높았지만, 테아닌의 함량이 높아 짙은맛과 쓴맛을 상쇄하고 감칠맛과 단맛이 더 두드러지게 느껴졌을 것으로 생각된다.

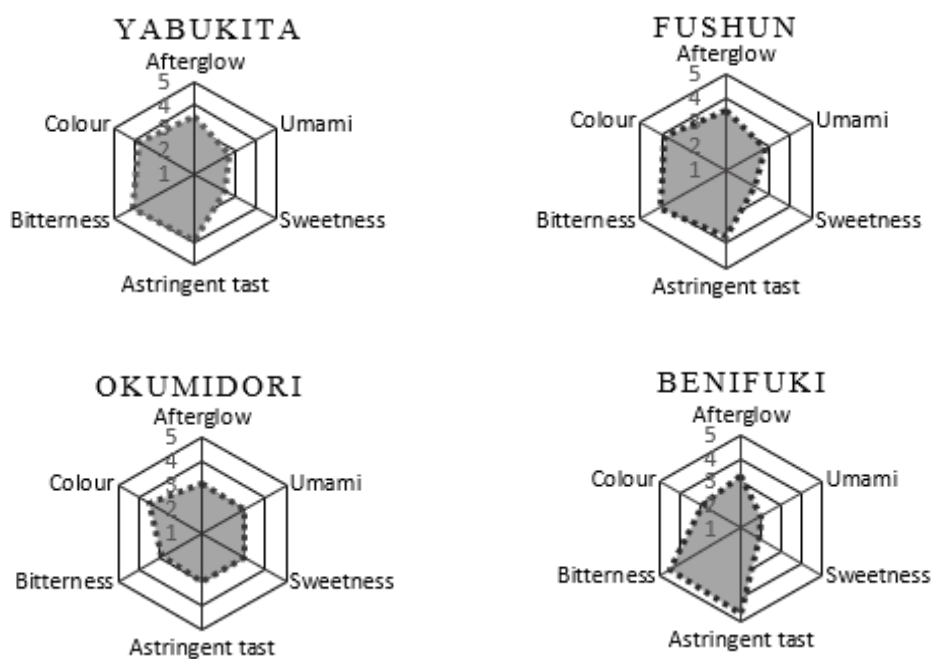


Fig. 1. Average score by sensory test of tea flavor, afterglow, umami, sweetness, astringent taste, bitterness and colour in the tea liquor brewed from Japanese green teas manufactured individually with different tea cultivars.

## 2. 우림 물의 온도와 우림 시간에 따른 주요 성분의 용출 특성

일본산 전차 4종에 대한 우림 물의 온도와 우림 시간에 따른 총 아미노산의 용출 특성은 Fig. 2에 나타낸 바와 같다. 총 아미노산은 ‘야부키타’, ‘후순’ 및 ‘오쿠미도리’는 20℃의 우림 온도에서 20% 내외의 용출을 나타내었는데, ‘베니후키’는 20℃의 우림 물 온도에서 이미 40% 이상의 용출이 나타내었다. 또한, 20℃ 및 40℃의 낮은 온도에서는 우림 시간 1분과 2분간 용출량에 큰 차이는 없었으나, 60℃ 이상에서 우림 물 온도가 높아질수록, 우림 시간이 길어질수록 용출량이 증가하였다. 특히 2분의 우림 시간에서 급격히 용출이 증가하였으며, 100℃ 2분 우림에서 ‘야부키타’는 77% 정도, ‘후순’은 56% 정도, ‘오쿠미도리’는 63% 정도, 그리고 ‘베니후키’는 77% 정도 용출되었다. ‘야부키타’는 60℃와 80℃ 간에 큰 차이를 보였는데, 80℃에서 급격히 용출이 증가하였으며 100℃ 2분에서 가장 많이 용출되어 ‘베니후키’와 비슷한 수준으로 높은 용출 정도를 나타내었다.

아미노산의 한 종류인 테아닌의 우림 물 온도와 시간에 따른 용출 특성은 Fig.3에 나타낸 바와 같다. 테아닌은 총 아미노산의 용출 특성과 비슷해 우림 물 온도가 높아질수록, 그리고 우림 시간이 길어질수록 용출이 증가되었다. 총 아미노산과 마찬가지로 ‘베니후키’가 모든 온도 범위에서 테아닌의 용출이 가장 높았으며, 100℃ 2분 우림에서 ‘야부키타’는 70% 정도, ‘후순’은 68% 정도, ‘오쿠미도리’는 72% 정도, 그리고 ‘베니후키’는 82% 정도 용출되었다.

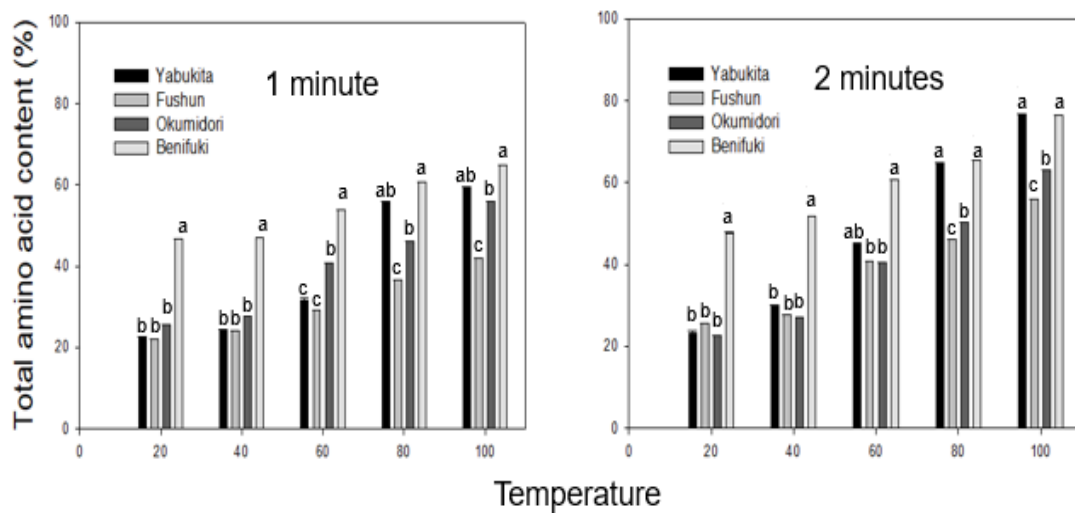


Fig. 2. Infusion rate (%) of total amino acid at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’, respectively. Vertical vars show the mean±SE (n=3) and letters indicate significant differences at 5% level.

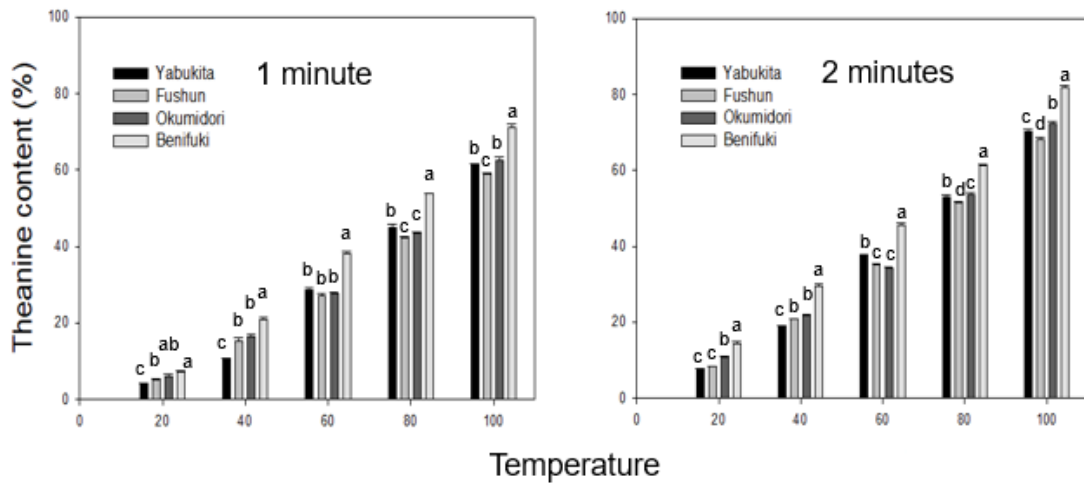


Fig. 3. Infusion rate (%) of theanine at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’, respectively. Vertical bars show the mean±SE (n=3) and letters indicate significant differences at 5% level.

아미노산은 차의 감칠맛에 관여하여 함량이 높을수록 고급차로 평가되기 때문에 녹차의 품질을 좌우하는 중요한 성분의 하나로 알려져 있다(Kozaki et al., 2020; Oh et al., 2023). 그리고 아미노산은 저온에서도 상당히 용출되는 편인데, 60℃ 이상의 온도에서 더욱 잘 용출되는 것으로 알려져 있다(Nakagawa et al., 1981; Oh et al., 2023). Ikeda et al., (1972)는 일본 보통급 전차의 경우, 총 아미노산 및 테아닌의 용출은 40℃, 2분에서 각각 11% 및 9% 내외로 용출이 시작되어 60℃, 2분에서 각각 60% 및 30% 정도로 증가하였다고 보고하였는데, 본 연구 결과와는 다소 차이가 있었다. 또한 '베니후키'는 비교적 늦게 수확하기 때문에 찻잎이 경화되어 증열 과정에서 증기량을 증가시켜 충분히 찢 다음에 조유 과정도 10분 정도 더 길게 하여 제다하는 경향이 있다(NARO, 2023). 그리고 일본 전차의 70% 이상은 증열 시간을 더 길게 한 '후가무시차' (deep-steamed green tea)의 제다 방식으로 제다하는 경향이 있으며(Kojima, 2015), 후가무시차는 찻잎이 부드럽고 작은 편으로 성분의 용출이 잘 되는 특성이 알려져 있다(Omori, 2017; Takayanagi et al., 1987). 그러므로 본 연구에서 사용된 '베니후키'과 '야부키타'는 후가무시차의 제다 방식으로 제다된 잎차일 가능성이 높으며, 다른 2종에 비하여 우림 온도 80℃ 이상의 온도에서 보다 많이 용출되는 것과 관계되는 것으로 추정된다. 그렇지만 '야부키타'의 우림 온도 80℃에서의 급격한 용출에 대해서는 제다 방식이 다른 '야부키타' 제품을 이용하여 보다 상세하게 추가적인 연구를 수행할 필요가 있는 것으로 생각된다.

우림 물 온도와 시간에 따른 총 폴리페놀 용출 특성은 Fig. 4 에 나타난 바와 같다. 전차 4 종은 모두 유사한 특성을 보였는데, 저온에서의 총 폴리페놀 용출량은 총 아미노산에 비해 낮은 편이었다. 20℃의 온도에서는 우림 시간 1 분은 물론, 2 분의 우림 시간에서도 용출량은 상당히 낮았다. 40℃부터 용출이 점차 증가되었고 우림 온도가 높아질수록, 그리고 우림 시간이 길어질수록 용출량은 증가하였다. 그러나 100℃, 1 분의 짧은 우림 시간에도 용출량은 비교적 낮아 40% 내외의 수준이었고, 100℃, 2 분 우림에서 ‘야부키타’는 68%, ‘후슌’은 67%, ‘오쿠미도리’는 75%, 그리고 ‘베니후키’는 68% 정도가 용출되었다. 총 폴리페놀은 저온에서 용출이 잘 되지 않아 고온의 우림 온도에서도 1 분의 짧은 시간의 경우 용출은 비교적 낮은 것으로 알려져 있다(Ikeda et al., 1972; Miki, 2019). 본 연구에서도 전차 4 종 모두 비슷한 특성을 보였으나, 총 폴리페놀 함유가 많았던 ‘오쿠미도리’와 ‘베니후키’에서 우림 시간이 길어지면서 고온에 용출이 증가되는 것으로 생각된다.

카테킨의 용출 특성은 Fig. 5에 나타난 바와 같다. 총 카테킨의 용출 특성은 총 폴리페놀과 유사하게 나타났으며, 우림 물 온도가 높아질수록, 그리고 우림 시간이 길어질수록 용출량이 증가하였다. 그러나 100℃, 2분을 제외하면 우림 온도와 시간에 관계없이 총 폴리페놀보다 용출이 높게 나타나는 경향이었으며, 100℃, 2분 우림에서는 ‘야부키타’와 ‘후슌’은 68%, ‘오쿠미도리’는 69%, 그리고 ‘베니후키’는 70% 내외로 총 폴리페놀의 용출 정도와 비슷한 수준으로 나타났다.



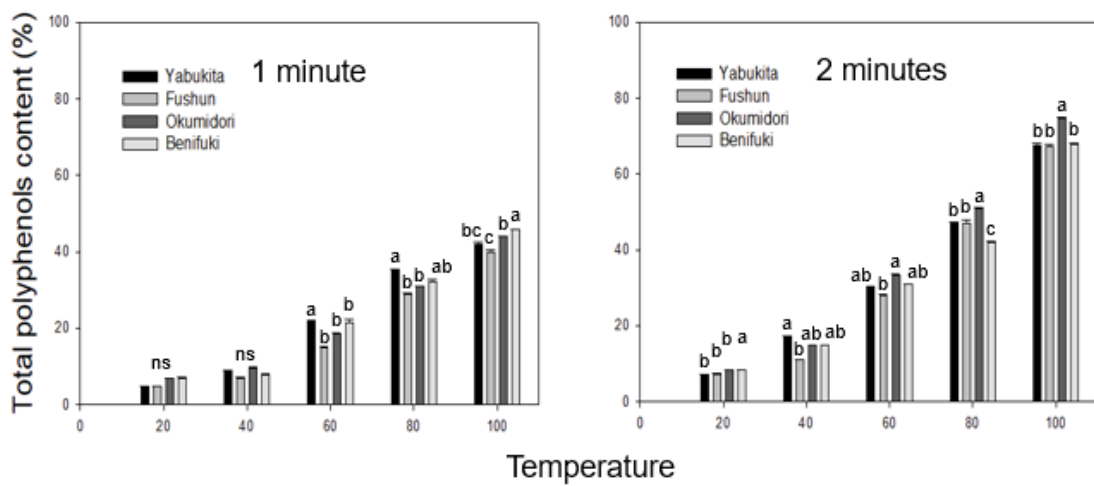


Fig. 4. Infusion rate (%) of polyphenols at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’, respectively. Vertical vars show the mean±SE (n=3) and letters indicate significant differences at 5% level.

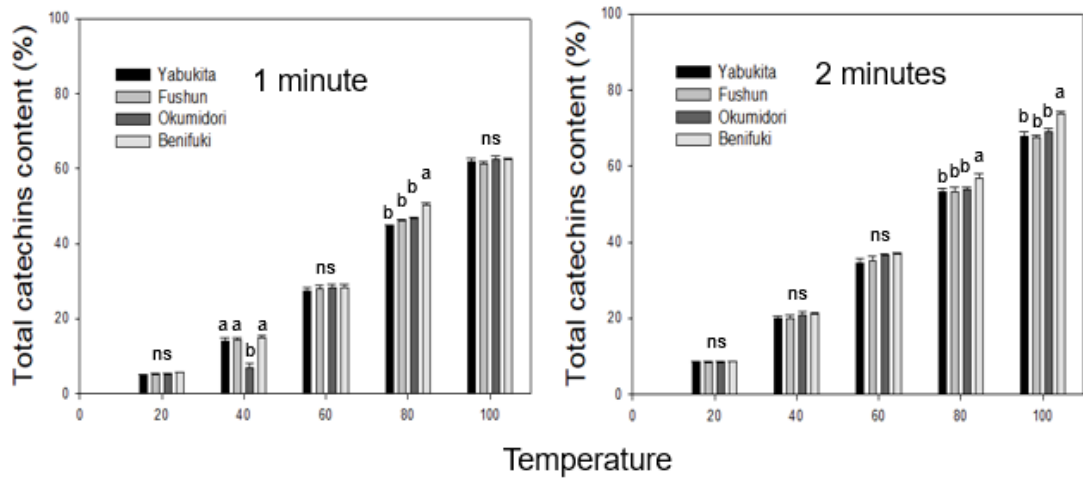


Fig. 5. Infusion rate (%) of total catechins at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’, respectively. Vertical vars show the mean±SE (n=3) and letters indicate significant differences at 5% level.

우림 물 온도와 시간에 따른 개별 카테킨 용출 특성은 Table 3, Table 4, Table 5 및 Table 6에 제시하였다. 개별 카테킨의 용출 특성은 대체로 총 카테킨과 유사하게 저온에서의 용출률은 낮았고 우림 물 온도가 높아질수록 그리고, 우림 시간이 길어질수록 증가하는 경향이였다. 그러나, 개별 카테킨의 용출 특성은 종류에 따라 약간 다르게 나타났다. 4종의 전차 모두에서 100℃, 2분의 경우 EGC가 가장 많이 용출되었으나, ‘야부기타’와 ‘후슌’의 경우 ECG, EC 및 EGCG의 순으로, ‘오쿠미도리’와 ‘베니후키’의 경우 EC, EGCG 및 ECG의 순으로 용출되어, 품종 제다 전차의 개별 카테킨 용출 특성이 달라질 수 있음을 나타내었다.

차에 함유된 총 폴리페놀 성분에는 주로 카테킨이 차지하는데(Ina et al., 2007), 개별 카테킨의 구조에 따라 에스테르형 카테킨(EGCG 및 ECG)과 유리형 카테킨(EGC 및 EC)으로 구분되고, 이들의 용출 특성은 다르며, 찻주전자로 우린 차의 경우에 유리형 카테킨에 비해 에스테르형 카테킨의 용출량이 낮은 것으로 보고된 바 있다(Horie et al., 2001). 이는 본 연구 결과와는 다른 경향으로, 우림 온도의 유지 여부 등 우림 방식의 차이가 성분 용출에 영향을 준 것으로 보아진다(Shimotoku et al., 1982; Kang et al., 2021). 일반적인 우림의 경우 물 온도를 유지할 수 없기 때문에 고온에서 용출되는 성분이 충분히 용출되지 않아서 본 연구 결과와 차이를 보이는 것으로 생각된다.

우림 물 온도와 시간에 따른 카페인 용출량은 Fig. 6에 나타낸 바와 같다. 카페인은 품종과 우림의 시간에 상관없이 20℃ 저온에서는 용출률이 상당히 낮았으나, 우림 물 온도가 높아질수록 용출은 증가하였으며, 100℃, 2분우림에서 ‘야부기타’, ‘후슌’ 및 ‘오쿠미도리’ 모두 75% 수준으로 비슷하였고 ‘베니후키’ 만이 가장 높은 80% 수준의 용출률을 나타내었다.

Table 3. Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam-manufactured with ‘Yabukita’ cultivar

Temperature (°C)	Infusion time (min)	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total
20	1	2.5±0.3 <sup>yz</sup>	5.1±0.1	1.9±0.1	3.7±0.3	6.0±0.3	3.6±0.2	2.9±0.3	1.6±0.3	4.9±0.2
	2	4.0±0.0	10.4±0.1	4.3±0.3	6.7±0.7	8.6±0.5	5.6±0.0	6.8±0.2	2.5±0.3a	8.4±0.2
significance		*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	1	10.7±1.1	21.6±2.7	6.0±0.5	9.6±0.8	13.7±0.3	11.3±1.0	12.1±0.7	5.9±0.8	14.1±0.5
	2	17.6±1.4	30.6±1.5	9.1±1.2	13.1±0.4	18.6±0.7	16.7±1.3	18.6±0.9	7.5±0.5	19.8±0.4
significance		*	*	*	*	*	*	*	*	*
60	1	25.1±1.3	39.7±1.0	11.8±0.2	21.9±1.2	26.1±0.6	21.5±1.3	27.6±0.8	10.6±0.8	27.5±0.4
	2	33.1±0.6	46.3±0.9	16.3±0.4	30.3±1.9	33.3±0.9	29.6±0.6	34.0±0.7	15.6±0.5	34.6±0.5
significance		*	*	*	*	*	*	*	*	*
80	1	40.4±1.5	54.2±1.1	20.6±1.2	48.5±1.8	44.3±1.8	34.0±2.4	42.8±0.5	22.1±2.0	44.6±0.9
	2	49.2±1.3	62.0±1.3	26.5±1.6	54.8±0.6	54.1±1.3	45.9±1.0	48.2±2.0	26.2±1.6	53.2±0.8
significance		*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	1	58.1±1.3	69.5±0.9	34.6±1.6	65.8±1.5	61.8±0.7	55.0±0.5	64.5±0.9	37.7±0.1	62.0±0.3
	2	62.7±1.9	76.1±0.7	41.5±1.9	70.5±1.3	67.5±1.4	59.8±0.7	72.1±0.9	43.9±1.0	67.9±0.8
significance		*	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>z</sup>All values represent mean±SE (n=3).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by T-test at 5% level.

GC: gallic acid, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin gallate, GCG: gallic acid gallate, ECG: epicatechin gallate, CG: catechin gallate

Table 4. Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam-manufactured with ‘Fushun’ cultivar

Temperature (°C)	Infusion time (min)	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total
20	1	3.6±0.3 <sup>z</sup>	6.0±0.1	2.0±0.0	3.9±0.0	6.2±0.0	4.1±0.0	3.1±0.0	1.3±0.1	5.1±0.2
	2	5.4±0.3	10.2±0.5	4.5±0.3	7.3±0.2	9.1±0.0	7.4±0.2	6.4±0.3	2.3±0.1	8.4±0.3
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	1	11.6±0.5	25.3±1.4	7.3±0.5	10.8±0.5	14.9±0.5	12.5±0.6	12.9±0.4	5.8±0.3	14.3±0.4
	2	18.2±0.5	33.0±0.2	9.8±0.4	15.5±0.7	19.5±0.3	18.2±0.5	20.0±0.8	7.6±0.3	19.9±0.8
	significance									
60	1	24.3±0.4	40.3±0.5	13.2±0.1	22.5±0.5	26.8±0.6	22.5±0.4	30.2±0.5	10.8±0.5	27.9±1.0
	2	34.6±0.3	46.3±0.8	16.2±0.2	31.2±0.2	35.0±0.9	29.5±0.5	36.6±0.7	15.9±0.9	35.0±1.9
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
80	1	39.5±0.5	54.2±1.4	21.6±0.7	48.4±0.4	46.3±0.3	34.1±0.9	44.4±0.5	22.4±0.5	46.2±0.3
	2	46.8±0.7	63.6±0.8	26.5±0.3	54.2±0.4	54.4±0.4	44.6±1.1	49.3±0.5	27.5±1.0	53.4±1.1
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	1	54.5±1.3	70.2±0.5	32.9±0.6	64.6±0.6	62.1±0.4	54.2±0.2	62.8±1.3	34.5±0.5	61.4±0.6
	2	65.8±1.3	76.7±0.7	39.7±0.4	71.0±0.7	68.4±1.2	60.4±1.8	71.1±0.8	42.1±0.8	67.5±0.6
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>z</sup>All values represent mean±SE (n=3).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by T-test at 5% level.

GC: gallic acid, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin gallate, GCG: gallic acid gallate, ECG: epicatechin gallate, CG: catechin gallate

Table 5. Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam-manufactured with ‘Okumidori’ cultivar

Temperature (°C)	Infusion time (min)	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total
20	1	3.7±0.5 <sup>zy</sup>	6.1±0.0	2.1±0.0	3.9±0.1	6.2±0.0	4.2±0.0	3.1±0.0	1.4±0.1	5.2±0.0
	2	5.4±0.0	10.8±0.8	4.6±0.1	7.3±0.0	9.3±0.1	7.4±0.1	6.5±0.0	2.4±0.0	8.5±0.1
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	1	4.6±0.4	8.5±0.5	3.4±0.1	5.6±0.6	7.8±0.6	5.8±0.6	4.8±0.9	1.9±0.1	6.8±1.0
	2	19.3±0.5	33.2±0.8	10.6±0.5	16.2±0.3	20.3±0.5	18.8±0.6	20.9±0.8	7.9±0.1	20.9±0.9
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
60	1	24.6±0.5	41.3±0.6	13.6±0.1	22.4±1.0	27.7±0.5	22.6±0.5	31.8±0.8	11.1±1.1	28.1±0.1
	2	34.5±0.8	46.0±1.3	16.5±0.7	31.7±0.4	34.9±0.8	29.4±0.7	37.4±0.4	16.9±0.4	36.6±0.4
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
80	1	39.5±0.6	54.9±0.4	21.7±0.5	48.1±0.8	46.5±0.4	35.5±0.7	45.6±0.7	22.5±1.0	46.6±0.5
	2	47.5±0.3	64.1±0.5	26.6±0.4	54.5±0.7	54.9±0.3	44.2±1.1	49.8±0.8	27.8±0.6	53.8±0.6
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	1	53.7±0.3	70.5±0.6	32.9±0.3	63.0±1.0	62.8±0.6	54.0±1.0	62.5±0.6	36.7±0.4	62.5±0.6
	2	66.6±0.8	76.4±0.6	40.2±0.4	70.6±0.5	69.7±0.8	61.7±0.8	69.0±0.9	42.6±0.8	69.1±0.8
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>z</sup>All values represent mean±SE (n=3).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by T-test at 5% level.

GC: gallic acid, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin gallate, GCG: gallic acid gallate, ECG: epicatechin gallate, CG: catechin gallate

Table 6. Infusion rate (%) of catechins brewed at different water temperature and time in Japanese green tea steam-manufactured with ‘Benifuki’ cultivar

Temperature (°C)	Infusion time (min)	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	Total
20	1	3.8±0.0 <sup>zy</sup>	6.0±0.1	2.1±0.0	4.2±0.0	6.2±0.1	4.3±0.0	3.4±0.0	1.7±0.0	5.6±0.0
	2	5.5±0.0	10.3±0.3	4.8±0.1	7.4±0.0	9.3±0.1	7.7±0.1	6.5±0.1	2.5±0.1	8.5±0.0
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	1	12.2±0.6	26.0±0.8	7.6±0.0	11.7±0.4	15.4±0.5	12.3±0.6	14.2±0.8	6.0±0.1	14.8±0.6
	2	20.2±0.2	32.4±0.5	11.4±0.3	16.7±0.3	20.5±0.5	19.3±0.3	21.7±0.5	8.2±0.1	21.0±0.3
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
60	1	25.0±0.8	41.0±1.1	14.1±0.1	23.5±0.4	27.5±0.3	23.2±0.6	32.8±0.2	12.0±0.4	28.4±0.7
	2	35.9±0.9	46.6±0.8	17.2±0.7	32.7±0.4	35.8±0.7	30.5±0.5	38.7±0.4	17.1±0.1	37.0±0.1
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
80	1	40.2±0.3	54.5±0.6	21.7±0.5	48.3±0.6	46.4±0.6	36.3±0.5	46.6±0.6	22.7±0.5	50.2±0.5
	2	47.6±0.5	63.8±0.2	26.3±0.8	54.5±0.6	54.9±0.4	43.9±0.2	49.3±0.7	27.2±1.1	56.9±1.1
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*
100	1	53.3±0.3	70.4±0.6	33.8±0.4	63.8±0.5	62.3±0.5	53.5±1.2	62.5±0.6	37.0±0.4	62.4±0.4
	2	67.4±0.5	77.9±1.0	40.4±0.7	71.3±0.9	70.4±0.5	62.3±0.5	70.4±0.6	42.3±0.7	73.7±0.7
	significance	*	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>z</sup>All values represent mean±SE (n=3).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by T-test at 5% level.

GC: gallic acid, EGC: epigallocatechin, C: catechin, EC: epicatechin, EGCG: epigallocatechin gallate, GCG: gallic acid gallate, ECG: epicatechin gallate, CG: catechin gallate

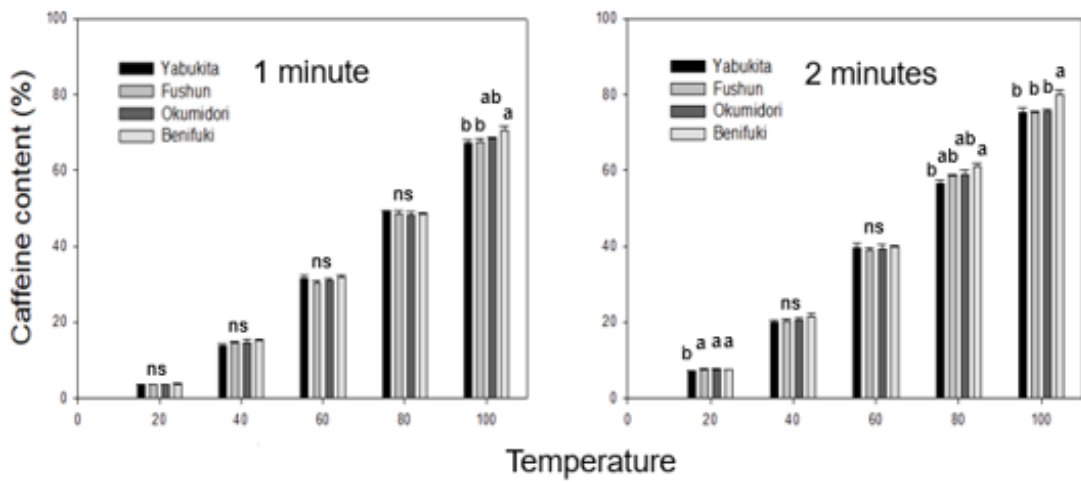


Fig. 6. Infusion rate (%) of caffeine at different water temperature and time in Japanese green teas manufactured with ‘Yabukita’, ‘Fushun’, ‘Okumidori’, and ‘Benifuki’, respectively. Vertical vars show the mean±SE (n=3) and letters indicate significant differences at 5% level.



카페인은 차의 쓴맛과 관련되며 녹차에서는 2.5~3.5% 정도의 함유량을 나타낸다. 또한, 고온이면 짧은 우림 시간에서도 용출이 잘 되는 특징이 있다(Omori, 2017). 특히 60℃와 80℃에서의 용출량에 차이가 크고 80℃, 2 분에서는 90% 수준으로 거의 전량 추출된다고 보고하고 있는데(Ikeda et al., 1972), 본 연구의 결과와는 다소 차이가 있었다. 일반적으로 제다 과정에서 유념 시간이 길면 카페인 용출량이 증가하며(Kim and Kim, 2008), 우림 방식에 따라서도 용출량이 달라지는 것으로 알려져 있는데(Morita et al., 2017), 이러한 요인과 관련될 수 있다고 보아진다.

본 연구결과, 일본에서 개별 품종으로 증제 방식의 제다 전차의 경우 성분에서 따른 용출 특성은 전반적으로는 일반 녹차의 용출 특성과 유사한 경향을 보이지만, 품종간에 분명한 차이를 나타내었다. 이는 차 나무 품종의 특성은 물론 찻잎의 수확 시기와 제다 방법에도 영향을 받고 있는 것으로 생각된다. 감칠맛 및 단맛과 관련된 아미노산 성분은 저온에서부터 용출이 잘 되고 떫은맛과 쓴맛과 관련된 폴리페놀 성분은 고온에서 용출이 잘되며, 쓴맛과 관련된 카페인 성분은 짧은 시간의 고온에도 용출이 잘되는 특성을 확인할 수 있었다. 또한, 품종에 따라 성분의 용출에 다소 차이는 있으나, 우림 온도 80℃, 우림 시간 2 분에서 총 아미노산은 60~80% 내외, 총 폴리페놀 및 카테킨은 50~60% 내외, 그리고 카페인도 60% 내외 용출 특성을 보였다. 그러므로 차의 맛을 고려한 성분 용출을 고려하면 일본 전차는 80℃ 내외에서 2 분 정도 우릴 때 감칠맛, 단맛, 떫은맛 및 쓴맛의 균형이 맞는 녹차를 즐길 수 있을 것으로 판단된다.

## 인 용 문 헌

Handbook of culture and production in 'Benifuki'. (2023) NARO.

[https://www.naro.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/vegetea/043617.html](https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/vegetea/043617.html)

Accessed 06 October 2023

Chen L, Zhou ZX (2005) Variations of main quality components of tea genetic resources [ *Camellia sinensis* (L) O. Kuntze ] preserved in the China national germplasm tea repository. *Plant Food Hum Nutr* 60:31-35

Eto H, Tomita I, Shinmura J, Isemura M, Hara Y, Yokogoshi H, Yamamoto M (2013) Advanced functions of green tea. Rural Culture Association, Tokyo, Japan

Hong SJ, Choi SH, Eun JB (2017) Effect of extraction time on physicochemical properties and sensory characteristics of green tea infusion. *J of the Korean Tea Soc* 23(1):30-36

Horie H, Ujihara T, Kohata K (2001) Elution of major tea components in tea infusion. *Tea Res J* 91:29-33

Ikeda S, Nakagawa M, Iwasa K (1972) Relation between infusing condition of green tea and soluble component. *Tea Res J* 37:69-78

Ina K, Sakata K, Nanjyo F, Suzuki M, Kaku B (2007) Chemistry and functions of green tea·Chinese tea·black tea. I·K Corp., Kanagawa, Japan

Kang HJ, Oh EU, Lee SM, Song KJ (2021) Changes of amino acid and catechin contents at different withering times in tea leaves of Japanese tea cultivars. *J of the Korean Tea Soc* 16(1):77-83

Kim TK, Kim MR (2008) A study on analysis of catechin and caffeine of green tea in reducing rubbing hour and developing one time disposal strainer for tea. *J Korean Tea Soc* 14(3):95-114

Kim YG, Lee JD, Kim HS, Song KJ (2010) Effect of manufacturing methods on chemical components and quality of green tea with different tea cultivars. *J Korean Tea Soc* 16(1):77- 83

- Konomoto H., Goto S., Morita A., Nakamura Y., Ozawa M. (2006) Handbook of advanced tea culture and production. Chamber of Tea Association of Shizuoka Pref., Shizuoka, Japan
- Kojima I (2015) Production of deep-steamed green tea utilizing existing production line. Agric Technol Center Kochi Pref. 79:5
- Kozaki A, Yamamoto A, Saeki Y (2020) Relationship between sencha evaluation in the competition and its components including amino acids, catechins, theogallin, gallic acid and caffeine. Tea Res J 129:11-18
- Kubo T, Fujiwara T, Tomizawa Y (2014) Evaluation astringency and Umami of green tea infusions with different elution condition using taste sensor system. J Japanese Food Sci and Technol 61(5):192-198
- Liang YR, Ma JL, Lu JL, Wu Y. (2001) Comparison of chemical compositions of *Illex Latifolia* Thumb and *Camellia sinensis* L. Food Chem 75:339-343
- Miki, Y (2019) The secret of delicious tea, SB Creative Co., Tokyo, Japan
- Moon DG, Kim JH, Lee SJ, Kwon YH, Kim CH, Cho JY (2019) Comparison of the harvest time and the bioactive compound contents in the tea leaves of *Camellia sinensis* var. *sinensis* cv. ‘Kemsull’ and ‘Yabukita’ according to the cultivation temperature. J Korean Tea Soc 25(2):33-42
- Morita A, Konishi S, Nakamura Y, Shimizu K, Yokote H (2004) Chronological improvement of the contents of chemical constituents of leave in the registered green tea varieties in Japan. Breed Res 6:1-9
- Morita A, Masuda S, Nakamura Y, Sumikwa O, Suzuki M (2017) Chemistry and functions of green tea. Asakura Book Seller, Tokyo, Japan
- Nakagawa M, Anan T, Ishima N (1981) The relation of green tea taste with its chemical make-up. Bull Tea Res Stat 17:69-123
- Nakagawa M, Tokumura H, Toriumi Y, Nagashima Z (1957) Free amino acids in the tea Part V. Agric Chem 31(10):771-775

- Oh EU, Park HW, Oh YM, Song KJ (2023) Infusion characteristics of major components at different water temperature and time in Jeju green tea. *J. Korean Tea Soc.* 27(4):75-82
- Omori M (2017) *Science of tea; The secret of tea leaves creating “color, aroma and taste”*, Kodansha Co., Tokyo, Japan
- Park SK, Son YH, Jeong GH, Cho KH, Hwang JG, Shin JH, Kim JC, Shim D (2022) Changes in ingredient and quantity of Hadong traditional black tea (Jacksal) according to harvest periods. *J Korean Tea Soc* 28(1):10-18
- Sasaki K (2018) Blending the teas produced by the five cultivars. *Tea Res. J.* 126:25-36
- Shimotoku T, Ichikawa H, Anan T, Takayanagi H, Ikegaya K (1982) Relation between amounts of some ingredients extracted from green tea and brewing condition. *Tea Res J* 55:43-50
- Son GH, Choo MA, Cho JY, Moon JH, Kim SJ, Ma SJ, Kim D, Park KH (2012) Elution behavior of biological active compounds in Korean steamed and roasted green tea infusions prepared under different infusion conditions, *J Korean Tea Soc* 18(2):83-89
- Song IK, Kim YD, Kim BC, Kang SG, Song KJ (2012) Characteristics of tea shoot quality in yearly variation at different harvesting seasons and growth stages in Jeju, *J Korean Tea Soc* 18(2):60-68
- Takayanagi H, Anan T, Ikegaya K (1987) The relationship between steaming time and composition of chemical constituents in infusion of green tea. *Tea Res J* 65:86-92
- Takeda Y (2006) Breeding of the early budding cultivar ‘Saemidori’ and the late budding cultivar ‘Okumidori’. *Breed Res* 8:113-117
- Takeda Y, Nesumi A, Suzuki Y, Sato K, Kawaguchi F (2019) *Cultivars of green tea*. Chamber Tea Assoc, Shizuoka Pref., Shizuoka, Japan
- Uchiyama Y, Tukidate K, Kato M, Yamaguchi Y, Chen R.G, Omori M (2013) Evaluation of Umami and astringency on the preparation of tea by means of a taste sensing system. *J Japan Soc Cookery Sci* 46(4):281-286

# Infusion Characteristics of Major Components Affected by Brewing Water Temperature and Time in Different Japanese Green Tea Manufactured with Different Cultivers

**Chikako Okuyama**

Department of Science in Agriculture

The Graduate School

Jeju National University

## Abstract

The flavors of tea varies depending on various factors, among which the taste of tea is greatly determined by the elution rate of each component which contained in tea leaves. This study was conducted to analyze the infusion characteristics of a Japanese green tea such as ‘Yabukita’, ‘Fusun’, ‘Okumidori’ and ‘Benifuki’. Brewing water temperature consisted of 20, 40, 60, 80, and 100°C and brewing time consisted of 1 and 2 minutes. The elution rate of amino acids increased from 22.7~76.6% and 4.0~81.8% in theanine, as brewing water temperature and time rose up. As for polyphenols, elution rate was in a range of 4.8~74.8%, 4.9~70.4% in catechins and 3.5~80.1% in caffeine. The result indicated that the elution of components increased, varied in rate as brewing water temperature and time rose from 20 to 100°C and from 1 to 2 minutes, respectively. Amino acids were eluted at a little high rate even at low temperatures, whereas polyphenols, protein, catechins were well eluted at higher temperatures above 80°C. The results indicated that each component related to the taste of tea has a different elution characteristics, and then, the elution conditions can be adjusted to make the favorite taste of tea depending on persons to drink.