



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](#)



박사학위논문

제주지역에서 차나무(*Camellia sinensis* L.)
품종 및 수확기에 따른 신초의 품질
및 무기성분 특성

제주대학교 대학원

원예학과

송인관

2011년 12월

제주지역에서 차나무(*Camellia sinensis* L.)
품종 및 수확기에 따른 신초의 품질
및 무기성분 특성

지도교수 송관정

송인관

이 논문을 농학 박사학위 논문으로 제출함

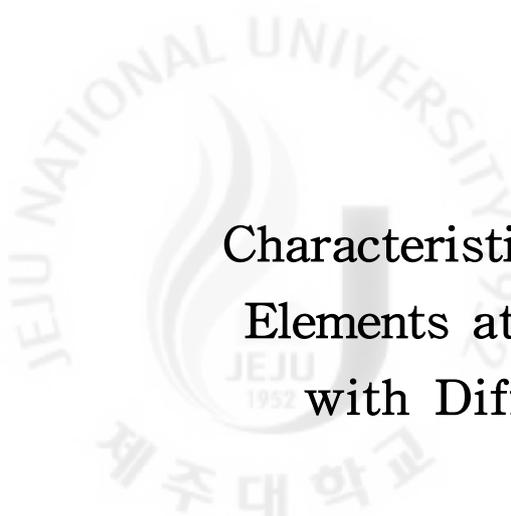
2011년 12월

송인관의 농학 박사학위 논문을 인준함

심사위원장	康 勳	
위 원	宋 官 禎	
위 원	曹 永 烈	
위 원	姜 聖 根	
위 원	金 莫 傑	

제주대학교 대학원 원예학과

2011년 12월



Characteristics of Shoot Quality and Inorganic
Elements at Different Harvesting Seasons
with Different Tea Cultivars in Jeju

In-Kwan Song

(Supervised by Professor Kwan-Jeong Song)

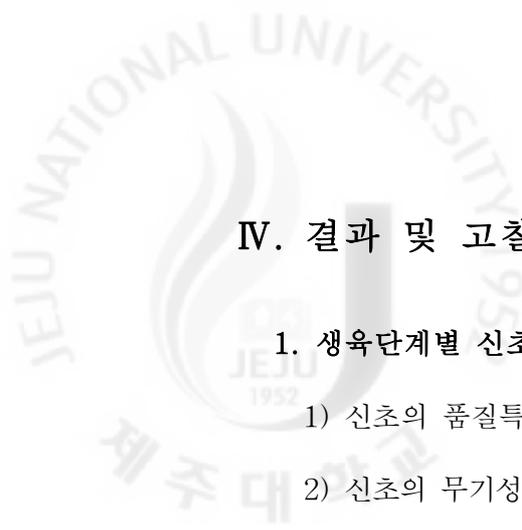
A thesis submitted in partial fulfillment of the
requirements for the degree of Doctor of Agriculture

2011. 12

Department of Horticulture
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

목 차	i
Abstract	iii
List of Table	vi
List of Figures	vii
I. 서 언	1
II. 연구사	4
1. 차나무의 품종 및 수확기에 따른 품질특성	4
2. 차나무의 품종 및 수확기에 따른 무기성분 특성	7
III. 재료 및 방법	9
1. 시험재료	9
2. 신초의 품질관련 성분함량 분석	10
3. 신초의 무기성분 함량 분석	10
4. 토양의 이화학적 특성 분석	11
5. 통계분석	12



IV. 결과 및 고찰	14
1. 생육단계별 신초의 품질 및 무기성분 특성	14
1) 신초의 품질특성	14
2) 신초의 무기성분 특성	26
2. 생육단계별 신초의 연차적 품질특성 변화	39
3. 신초 부위에 따른 품질 및 무기성분 특성	55
1) 신초 부위에 따른 품질특성	55
2) 신초의 줄기 부위에 따른 품질특성	68
3) 신초 부위에 따른 무기성분 특성	77
V. 종합고찰	89
VI. 적 요	97
VII. 인용문헌	99

The logo of Jeju National University is located in the top left corner. It features a circular emblem with a stylized flame or leaf shape in the center, surrounded by the text 'JEJU NATIONAL UNIVERSITY 1952' and 'JEJU 1952'.

Abstract

This study was conducted to evaluate factors affecting tea quality with analyzing shoot quality and inorganic elements in some cultivars at different harvesting seasons and shoot growth stages. Shoot growth stage, shoot part, and stem part were classified with five growth stages from one and a bud to five and a bud, seven shoot parts consisting of a bud, 1st leaf, 2nd leaf, 3rd leaf, 4th leaf, 5th leaf, and stem, and three stem parts of upper, middle, and lower, respectively for all three cultivars of Saemidori (early maturing), Yabukita (middle maturing), and Hushun (late maturing) grown at Jeju, Korea.

Total free amino acids and theanine were similar in tendency of content levels at different growth stages of three cultivars with different harvesting seasons and these contents were the highest at the 1st crop and decreased gradually with growth stages. Total catechins contents were the lowest at the 1st crop and declined with growth stages. Caffeine contents were similar at the 1st and 3rd crop and showed the tendency to decrease gradually with growth stages. Tannin contents were little different among harvesting seasons and decreased with growth stages. Vitamin C contents were the highest at the 1st crop and increased with growth stages, whereas similar at all growth stages of the 2nd and 3rd crops. There were no differences in crude fiber contents with different harvesting seasons, whereas they increased gradually with growth stages. Cultivars showed significant differences in contents of these components with different harvesting seasons and shoot growth stages.

While evaluating inorganic elements of new shoots at different growth stages of three cultivars with different harvesting seasons, total nitrogen

(T-N) contents decreased with growth stages and were not different among cultivars. Also, they were the highest at the 1st crop and similar at the 2nd and 3rd crops. K and Mg contents did not show significant differences among cultivars, harvesting seasons, and shoot growth stages. Ca contents showed the tendency to increase with the growth stages, whereas did not show differences among cultivars and harvesting seasons. Differences in Fe contents were not great among cultivars and growth stages and Fe contents were a little bit low at the 3rd crop. Cu and Zn showed similar levels among cultivars and harvesting seasons, whereas slightly declining tendency in contents with different growth stages. Mn contents were the highest at the 3rd crop, followed with the 1st and 2nd crops in order and had an increasing tendency with growth stages. Na contents were the highest at the 1st crop and similar at the 2nd and 3rd crops with a little bit small differences among growth stages and cultivars.

In evaluating yearly variation for three years in shoot quality of Yabukita, tendencies of contents with different growth stages and harvesting seasons were so similar. Total free amino acids and theanine contents at the 1st, 2nd, and 3rd crops were the highest in the year of 2011, whereas at the 4th crop in 2010. Total catechines contents at the 1st crop were the highest in 2011, whereas at the 2nd to 4th crops in 2010. Caffeine contents at the 1st, 2nd, and 4th crops were the highest in 2011, whereas at the 3rd crop in 2010. Tannin, vitamin C, and crude fiber were components having very small yearly variation in contents with different growth stages and harvesting seasons.

Quality characteristics of different shoot parts were evaluated at different harvesting seasons of three cultivars. Total free amino acids, theanine, and caffeine showed very similar tendencies of contents to decrease from a bud to lower shoot parts and the content at stem was higher than that of the 4th or 5th

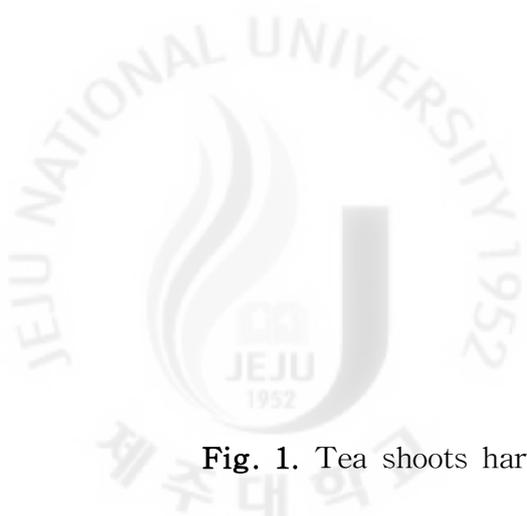
leaf. However, the decreasing levels differed depending on cultivars and harvesting seasons. Total catechins and tannin contents had similar tendencies to decline slightly from a bud to lower part, whereas those contents of stem were considerably lower than those of the 5th leaf unlike that of total free amino acids. Vitamin C did not have distinctive tendency of content at different parts, whereas the content at stem was the lowest. Crude fiber contents increased from a bud to lower part and then stem and the 5th leaf showed similar level, irrespective of cultivars and harvesting seasons. The contents of all quality components at different stem parts were at so similar levels to those of shoot parts nearby each stem part.

From analyzing inorganic components of different shoot parts at different harvesting seasons of three cultivars, T-N of macro elements was at the highest level, followed with K, Mg, Ca, and Na in order and Mn of micro elements was the highest level, followed with Fe, Zn, and Cu in order. There were significant and distinct differences in T-N and Mn contents just at the first harvesting season in different cultivars, while little in the other elements at the other harvesting seasons. T-N and Zn contents definitely decreased, while Ca content increased at lower parts. The others were hardly changed at different shoot parts. The content of Fe, Mn and Na was definitely differed at different harvesting seasons.



List of Tables

Table 1. EC, ECG and EGCG content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	19
Table 2. Soil chemical characteristics of tea plantation in the year of 2011	39
Table 3. Yearly variation in EC, ECG and EGCG content (%) of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	45
Table 4. EC, ECG and EGCG content (%) in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	61



List of Figures

- Fig. 1.** Tea shoots harvested at different growth stages 13
- Fig. 2.** Each sample part separated from the harvested tea shoot 13
- Fig. 3.** Each sample part separated from the harvested tea stem 13
- Fig. 4.** Total free amino acids content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons 15
- Fig. 5.** Theanine content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons 17
- Fig. 6.** Total catechin content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons 18
- Fig. 7.** Caffeine content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons 21
- Fig. 8.** Tannin content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons 22
- Fig. 9.** Vitamin C content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons 24

Fig. 10. Crude fiber content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	25
Fig. 11 T-N content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	27
Fig. 12. K content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	28
Fig 13. Mg content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	29
Fig 14. Ca content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	30
Fig 15. Fe content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	33
Fig 16. Cu content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	34
Fig 17. Zn content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	35

Fig. 18. Mn content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	36
Fig. 19. Na content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons	37
Fig. 20. Yearly variation in total free amino acids content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	42
Fig. 21. Yearly variation in theanine content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	43
Fig. 22. Yearly variation in total catechin content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	44
Fig. 23. Yearly variation in caffeine content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	47
Fig. 24. Yearly variation in tannin content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	48
Fig. 25. Yearly variation in vitamin C content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	49

Fig. 26. Yearly variation in crude fiber content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar	51
Fig. 27. Average temperature, maximum temperature and minimum temperature (°C) during three years from 2009 to 2011	52
Fig. 28. Daylight hours during three years from 2009 to 2011	53
Fig. 29. Rainfall (mm) during three years from 2009 to 2011	54
Fig 30. Total free amino acids content in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	56
Fig 31. Theanine content in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	58
Fig 32. Total catechin content in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	59
Fig 33. Caffeine content in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	62
Fig 34. Tannin content in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	65
Fig 35. Vitamin C content in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons	66

Fig 36. Crude fiber content in different part of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting stages	67
Fig 37. Total free amino acids content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	69
Fig 38. Theanine content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	70
Fig 39. Total catechin content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	72
Fig 40. Caffeine content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	73
Fig 41. Tannin content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	74
Fig 42. Vitamin C content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	75
Fig 43. Crude fiber content in different parts of new young stem plucked from three different cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons	76
Fig 44. T-N content (%) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	80
Fig 45. K content (%) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	81

Fig 46. Mg content (%) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	82
Fig 47. Ca content (%) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	83
Fig 48. Na content (mg/kg) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	84
Fig 49. Fe content (mg/kg) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	85
Fig 50. Mn content (mg/kg) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	86
Fig 51. Zn content (mg/kg) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	87
Fig 52. Cu content (mg/kg) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages	88



I. 서 언

차나무(*Camellia sinensis* L.)는 동백나무과에 속하는 아열대성 다년생 상록 식물로써, 원산지는 아시아의 동남부 지역인 인도의 아쌈지방을 포함한 중국의 서남부 지대에 속하는 사천성과 운남성 일대로 알려져 있다(Kim 등, 1998; Oh 등, 1995). 차는 인류문명 발달과 함께 육로와 해로를 통해 주변국으로 전파되어 세계적 기호식품으로 자리매김하면서, 상업적 재배와 다양한 가공을 통하여 중요한 산업으로 발전하게 되었다(Kim 등, 1998; Oh 등, 1995). 특히 차는 커피·코코아와 함께 3대 기호식품 중의 하나이며 최근에는 웰빙식품으로 인식되어 소비가 늘어나는 추세이다(Kim, 2009).

차가 웰빙식품으로 각광을 받는 이유는 차잎에 기능성 성분이 많이 들어있기 때문이다. 차잎 속에는 항산화, 항암, 항균 작용의 카테킨 성분이 12~18%, 심질환 예방 및 혈관 저항성 항진 작용의 플라보놀 성분이 0.6~0.7%, 감기 예방 및 면역기능 유지 작용의 비타민 C가 150~250mg, 다른 농산물에서는 섭취가 어려운 혈압강하 및 뇌·신경 기능 조절의 아미노산 성분인 테아닌이 0.6~2.0% 정도가 들어 있다. 이외에도 식이섬유, β -카로틴, GABA, 사포닌, 다당류, 카페인, 세레늄, 불소, 아연 등 우리 몸에 필요한 성분들이 고르게 함유하고 있어 차 애호가들은 완전식품이라 부르고 있다(신, 2007; Cabrera 등, 2006).

우리나라에서 대령공이 828년에 지리산 남쪽에 차를 심었다는 기록이 있어, 차 재배는 1,200년의 긴 역사를 갖고 있다(Choi, 1998; Kim, 1998). 삼국시대 말기에 불교문화를 통해 중국에서 차가 도입된 후 고려시대에는 차문화가 번성하여 민간에 보급이 확산하였으나, 조선시대에 크게 쇠퇴하여 사찰을 중심으로 명맥만 이어왔다. 차 재배가 산업적으로 이루어지기 시작한 것은 최근인 1980년 경으로, 국내 학자와 농가들이 관심을 가지면서 급속히 증가하여 2010년 3,264ha에 이르

게 되었다. 우리나라의 차 재배는 육지부의 보성과 하동 지역을 중심으로 이루어져 왔다. 제주지역은 일제시대 때 서귀포 지역에서 재배하였던 흔적이 일부 남아 있다. 제주지역에서는 1980년대 (주) 장원이 서귀포시 안덕면 서광리에 기업적 다원을 조성하면서 상업적 재배가 시작되었다. 농가들은 2000년대 이르러서야 관심을 보이면서, 2005년부터 재배면적이 급증하기 시작하여 2010년 341ha에 이르게 되었다.

제주지역의 차나무는 육지부의 재래종 종자로부터 번식한 실생과는 달리 일본에서 도입한 우량 품종의 영양 번식체로 대부분 이루어져 있다. 우리나라에 도입되어 재배되는 대표적인 품종들은 야부기다, 사에미도리, 오꾸미도리, 후순, 유타가미도리 등을 들 수 있다(Lee 등, 2006). 그러나, 지금까지 품질특성의 연구는 육지부의 야생종을 대상으로 일부 이루어져 왔으며(Park 등, 2008), 영양계인 도입 품종을 대상으로 한 연구사례는 거의 없는 형편이다(Kim, 2009).

특히, 제주지역의 토양은 육지부와는 달리 70% 이상이 화산회 토양으로 이루어져 있다. 토양산도는 pH 5.0 내외로 약산성을 띠고 있어 차나무 재배에는 적합한 조건을 가지고 있다. 화산회 토양은 물빠짐이 좋고, 토양산도는 pH 5.0 내외로 약산성을 띠고 있어 차나무 재배에 적합한 조건을 가지고 있다. 제주의 화산회 토양은 비화산회 토양에 비해 매우 다른 특징을 나타낸다. 유기물, 유효 규산, 활성 Al, 활성 Fe, 치환성加里, 마그네슘이 많은 반면 유효 인산, 치환성 칼슘이 적은 편이다(Lee 등, 1983).

제주지역의 농가호당 차 재배면적은 2.5ha 이상으로 규모화되어 있어 채엽은 대부분 가반형 또는 승용형 기계를 이용하고 있으며, 1심 4엽 또는 1심 5엽 정도의 생육이 이루어졌을 때 1심 3엽 수준에서 기계채엽이 이루어지게 된다. 그러나 아직까지 품종 및 수확기에 따른 신초 생육단계 및 부위별 품질특성에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다(Chun 등, 2003; 이, 1998; Park 등, 2008).

따라서, 본 연구는 제주지역 환경조건에서의 품종별 수확기와 신초 생육단계에 따른 차의 품질관련 주요성분 함량 및 무기성분 변화를 분석하고, 품질특성 변화에 미치는 요인을 평가하여, 품질 등급화와 수확기별 적정 수확기 결정에 필요한 기초자료를 얻고자 수행하였다. 이를 통해 고품질 녹차 생산을 위한 품종과



수확기에 따른 효율적인 차나무 관리방법은 물론 고품질 차 생산을 위한 차잎 수확기술 개발에 활용코자 하였다.

II. 연구사

1. 차나무의 품종 및 수확기에 따른 품질특성

차나무(*Camellia Sinensis* L.)는 상록식물로써 선선한 기후를 좋아하며 내음성이 강한 작물에 속한다. 차의 품질은 찻잎의 채취시기, 성숙도, 품종, 토양, 기상 및 시비관리 등 주위 환경에 크게 좌우되며(Takayanagi, 1978), 더불어 차의 화학성분 함량도 크게 변화하여 차의 풍미가 달라진다(Kim 등, 1980).

녹차의 품질은 찻잎을 채취하는 시기가 빠를수록 좋고, 같은 수확기에서는 경화된 잎보다는 어린잎에서 기호성이 좋은 것으로 알려져 있어 찻잎의 채엽시기와 찻잎의 성숙도에 따라 크게 달라진다고 하였다(Takayanagi, 1978). 녹차는 찻잎의 채취부위, 채취시기, 채취방법 및 가공방법 등 다양한 조건에 의해 품질등급이 달라지며, 품질등급에 따라 가격 또한 크게 차이가 난다. 일반적으로 녹차는 이른봄 가장 빠른 시기에 채취한 찻잎으로 가공한 찻잎의 품질등급을 가장 높게 매기며, 이후 본엽의 전개정도에 따라 품질등급이 떨어진다고 한다. 또한, 차의 품질은 품종, 수확기, 채엽단계, 재배환경 등의 요인에 따라 크게 달라질 수 있으며, 이들 요인에 따른 영향은 대부분 외국에서 연구되어 보고(Iwasa, 1977; Saba와 Takyuu, 1998; Tanaka 등, 1989)되어 왔으며, 국내에서의 연구는 매우 부족한 실정이다(Chu 등, 2003; Lee, 1998; Park 등, 2008). Park 등(2008)은 차의 수확시기별 1번차, 2번차, 3번차의 기호성 및 기능성 관련 화학성분을 분석한 결과 차의 감칠맛을 내는 주요성분인 테아닌 등 아미노산 함량은 수확기가 진전되고 찻잎을 늦게 수확할수록 함량이 크게 감소하는 경향이었고, 카테킨은 수확기가 진전될수록 함량이 많았으나, 동일한 수확기에서는 늦게 수확할수록 함량이 감소하는 경향이라고 하였다. 이들 국내에서의 연구는 자생 또는 재래종을 이용하였으며, 품종의 영양번식에 의한 차밭에서의 연구는 거의 보고된 바 없다.

찻잎 중에는 약 75~80%가 수분이고 나머지가 고형 성분인데, 고형 성분은 수

용성과 불용성 물질로 구분되며, 이 중 관심사항은 차를 주로 물에 녹여서 이용하기 때문에 수용성 물질이 되고 있다. 이 수용성 물질에는 폴리페놀, 아미노산, 카페인, 당류, 사포닌, 유기산, 미네랄, 비타민 C 등이 있다고 하였다(Muramatsu, 1991). 녹차는 주로 기호식품으로 이용되기 때문에 차의 품질은 맛과 기능성 성분에 좌우된다. 맛을 좋게 느끼게 하는 성분은 아미노산과 테아닌이고, 건강에 효과적으로 작용하는 성분은 카테킨, 비타민 C, 불소, 셀레늄 등으로 알려져 있다(Kim, 1996; Muramatsu, 1991). 녹차 중에는 30여종의 아미노산이 존재하는데 그 중 테아닌, 아스파라긴산, 아르기닌, 세린 등이 90%를 차지하는 것으로 알려져 있다(Kim, 1996).

차잎에는 폴리페놀류가 다수 존재하는데 그 중에서 플라보노이드로 총칭되는 축합형 탄닌 성분인 카테킨 화합물이 다량 함유된 것으로 알려져 있다. 카테킨은 epicatechin과 함께 마호가니 나무로부터 1902년 최초로 확인된 C6-C3-C6 형 탄소골격을 가진 물질로서, 차나무에 현재 8종류가 존재한다고 알려져 있다(Iwasa, 1994). 주요 형태는 유리형인 (-)-epicatechin(EC), (-)-epigallocatechin (EGC)과 에스텔형인 (-)-epigallocatechingallate(EGCG), (-)-epicatechingallate (ECG) 등 4성분으로 알려져 있다. 카테킨은 일반적으로 유리형은 쓴맛을 나타내고, 에스텔형은 떫은맛과 쓴맛을 같이 가지고 있기 때문에 에스텔형이 유리형보다 맛의 품질에 미치는 영향이 더 강하다고 하였다(Iwasa, 1994).

우리나라 12개소의 한국 야생차와 야부기다 차엽의 총 유리 아미노산, 테아닌 및 카테킨을 분석 비교하면서 총 유리아미노산의 경우 야부기다 품종의 차엽이 한국 야생차의 평균 함량보다 $370\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 만큼 더 많이 함유되어 있다고 보고되었다(Park 등, 1996). 지역별로는 하동 쌍계사, 담양군 양각리 채취 차엽에서 함량이 많았다. 테아닌 함량은 야부기다 품종 차엽이 $1,281\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 으로 가장 많이 함유되어 있었고 국내산 차엽은 평균 $1,060\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ 정도였다. 또한 카테킨의 성분별 함량은 (-)EGCG, (-)EGC, (-)ECG, (-)EC순이었다고 하였다(Park 등, 1996).

차나무 각 품종들의 품질 특성을 평가하기 위하여 36개 품종을 공시하고 1번 차 및 가을차에 대하여 전질소, 총 유리 아미노산, 카페인, 탄닌 성분을 분석하였

다. 품종에 따라서 전질소 함량은 1번차 4.59~6.12%, 가을차 3.05~4.83%, 총 유리 아미노산 함량은 1번차 1.47~5.07%, 가을차 0.76~2.86%, 탄닌 함량은 1번차 2.60~4.88%, 가을차 2.07~3.56%의 범위로 품종에 따라 차이가 크다고 하였다 (Ikeda 등, 1993).

봄에 수확한 차와 여름에 수확한 차의 품질을 비교하기 위해 봄차와 여름차 18개에 대하여 향과 맛에 영향을 미치는 성분들의 분석과 관능심사를 통하여 상관관계를 분석하였다. 여름차가 봄차에 비하여 카테킨과 카페인의 함량이 많았으며, 전질소, 아미노산류, 비타민 C, 인산 등은 적었다. 관능심사를 통한 향과 맛의 평가에서 전질소, 아미노산류, 비타민 C, 인산 등 봄차에 함량이 많은 성분들은 품질과 유의적인 정의 상관관계를 나타냈으며 카테킨, 섬유소 등 여름차에서 많은 성분들은 품질과 부의 상관관계를 나타냈다고 보고하였다(Nakagawa 등, 1977).

야부기다 품종에서 품질과 관련하여 첫물차의 생육에 따른 찻잎의 총 유리 아미노산, 카페인, 탄닌 등의 성분 함량을 조사하였다. 이때 총 유리 아미노산 중에서 테아닌은 신아의 개엽수가 1.4엽이 될 때까지 증가하였고 아르기닌, 세린, 아스파라긴은 신아의 개엽수가 2.7엽까지 증가하였다. 그 이후는 급속히 감소하였다. 글루타민은 찻잎의 성숙도와 상관없이 거의 같은 농도를 유지하였고, 카페인과 탄닌은 전질소와 비슷한 경향을 보였다(Hakamata 등, 1978).

새싹의 성숙에 따라 맛 성분의 함량이 달라지는데 야부기다와 오키미도리 두 품종에서 전질소, 탄닌, 카페인, 총 유리 아미노산 함량은 새싹의 성숙도가 진행됨에 따라 서서히 감소하고, catechin gallate (CG)는 첫물차와 세물차 모두에서 성숙도가 진행될수록 감소하였으며 ECG는 증가하였다(Takayanagi 등, 1985).

1번차, 2번차, 3번차를 대상으로 엽위별 화학성분 함량의 차이를 분석한 결과 하위엽으로 갈수록 감소하는 성분은 T-N, 탄닌, 카페인, 아미노산, 테아닌, 비타민C 였으며, 증가하는 성분은 엽록소였다. 지방산 함량은 3엽까지 증가하다가 4엽에서 감소하였고, 줄기에서는 엽에 비하여 함량이 적었다고 하였다(Park, 1997). 차나무 새싹의 엽위별 화학성분의 함량을 첫물차와 두물차에서 조사하였는데 엽위가 내려갈수록 감소하는 성분은 탄닌, 카페인이라 하였고 엽위가 내려갈수록 증가하는 성분은 유리환원당, 플라보놀류, 펙틴 등이었다(Miwa 등, 1978).

2. 차나무의 품종 및 수확기에 따른 무기성분 특성

차나무는 수분을 많이 필요로 하는 작물이면서도, 습해에 매우 약한 특성을 가지고 있다. 차나무는 어린 새싹을 주된 생산 목표로 삼고 있어, 수량과 품질 향상을 위한 시비량이 많이 요구되는 다비성 작물에 속한다. 특히 질소 요구량이 많은데, 1990년대까지만 해도 질소 시비량이 10a당 100kg 이상이었으나, 최근에는 분배시비 등 시비방법 개선으로 성목기준 10a당 질소 60kg 내외를 사용하는 등 표준 시비량 많이 줄어들었다(Lee 등, 2003; Sawa 등, 1994). 그러나 아직도 다른 작물에 비하여 시비량이 많은 편이다. 특히 차 재배 토양은 대부분 산성을 띠고 있어 인산의 불용화가 급격히 이루어지는 특징이 있다(Zoyas 등, 1999).

차나무는 맹아력이 강하여 많은 경우에 연간 4회까지 채엽을 하고 정지를 할 수 있기 때문에 질소 흡수량이 매우 높은 식물로 알려져 있다(Kato, 1997). 하우스재배에서 전질소 함량은 3.87~6.26% 범위로 세물차에서 높아 평균 5.61%였고, 주로 무기물 성분을 구성하는 회분의 함량은 11.54~23.05%범위로 시기별, 품종간 차이를 나타내고 있으며 그 변이폭은 매우 크다고 하였다. 또한, 시기별로는 첫물차와 두물차에서는 비슷한 평균치를 나타냈으나, 세물차에서는 상당히 감소하였다(Lee 등, 2004).

녹차 중의 무기성분은 다량원소, 미량원소 및 기타원소로 매우 다양하게 구성되어 있는데, 녹차의 품질과 직·간접적으로 관계된다(Ko 등, 2010). 녹차의 무기성분 함량에 영향을 주는 요인으로는 채엽 시기(Kim 등, 2004), 신초의 부위 및 발육단계(Hirotsugu 등, 1985; Katsnori 등, 2005; Etsuo 등, 1978), 제다 방법(Katsnori 등, 2005; Oh 와 Hong, 1995), 산지 및 토양의 특성(Ko 등, 2010; Ma 등, 2003; Park 등, 1998) 등이 알려져 있다.

수확기에 따라서는 1번차에서 2번차와 3번차로 갈수록 N, P, B, Cu 및 Zn은 감소하고 Ca은 증가하며, 기타 성분들은 큰 변화가 없는 편이다(Hirotsugu 등, 1985; Etsuo 등, 1978). 야부기다에서 신초의 상부에서 하부로 갈수록 Ca, Al, Co, Mn 및 Sr은 증가하고, Cu, Fe, Mg, Ni, P 및 Zn은 감소하며, K는 변화가 거의 없는 편이다(Katsnori 등, 2005; Etsuo 등, 1978). 야부기다 품종에서 첫물차

의 생육에 따른 찻잎의 전질소는 신아의 개엽수가 2.7엽이 될 때까지 증가하다가 이후 감소하였다고 하였다(Hakamata 등, 1978). 야부기다 품종을 대상으로 1번차, 2번차, 3번차 차엽의 부위별 무기성분 함량을 분석한 결과 상위엽에 비교적 많은 성분은 $\text{NH}_4\text{-N}$, K, Mg 였고, 하위엽에 많은 성분은 Na, Ca였다고 하였다(Park, 1997).

차나무 새싹의 엽위별 화학성분의 함량을 첫물차와 두물차에서 조사하였는데, 엽위가 내려갈수록 전질소는 감소한다고 하였고, 또한 무기성분 중에서 칼륨, 인산, 마그네슘, 아연은 상위엽에서, 칼슘, 망간, 알루미늄은 하위엽에서 함량이 높다고 보고하였다(Miwa 등, 1978). 야부기다와 오푸미도리 품종에서 찻잎 수확시기가 늦어질수록 Ca, Mn 및 Al의 함량은 증가하고, N, P, K, B, Cu 및 Zn은 감소하며, Mg와 Fe는 일정한 편이다(Hirotsugu 등, 1985).

제주 녹차 중에 함유된 무기성분의 함량을 보면 K 27,362~30,112 mg/kg, Ca 2,430~2,919 mg/kg, Mg 1,873~2,261 mg/kg, Mn 355.9~548.7 mg/kg, Fe 156.0~165.5 mg/kg, Zn 54.7~95.9 mg/kg, B 27.6~33.6 mg/kg, Cu 9.2~13.0 mg/kg, Na 315.3~370.7 mg/kg, Al 289.6~333.6 mg/kg, Si 54.0~68.4 mg/kg, Ni 19.5~25.6 mg/kg, Cr 16.1~17.5 mg/kg, Sr 4.2~6.7 mg/kg, Co 1.5~2.2 mg/kg, V 1.6~1.9 mg/kg, Se 0.06~0.27 mg/kg 내외로 알려져 있다(Ko 등, 2010).

그러나, 아직까지도 품종 및 수확기에 따른 신초 부위별 무기성분의 변화에 대한 국내 연구보고는 미미하며, 외국의 경우도 제주지역에 도입되어 재배되고 있는 조생종 사에미도리와 만생종 후순 품종에 대한 연구 보고가 거의 없는 실정이다.



Ⅲ. 재료 및 방법

1. 시험재료

시험재료는 제주특별자치도 농업기술원 농산물원종장(애월읍 봉성리 소재 해발 350m) 노지포장에 재식(180 cm × 40 cm × 2열)된 7~9년생 사에미도리(조생종), 야부기다(중생종), 후순(만생종) 등 차나무(*Camellia Sinensis* L.) 3품종을 공시하였다. 시험포장의 전지·전정 등 일반관리와 차나무 시비관리는 성목 표준시비량(7년생 ; 질소 60 kg, 인산 20 kg, 가리 30 kg/10a)을 기준으로 분시하는 농촌진흥청 차 재배 기술에 준하여 실시하였다(농진청, 2007).

품종 및 수확기별 생육단계에 따른 시료채취는 2010년도에 1번차는 4월 27일부터 5월 17일까지, 2번차는 6월 21일부터 7월 8일까지, 3번차는 8월 10일부터 8월 24일까지 3시기에 걸쳐 채취하였다. 야부기다 품종의 연차적 특성변화를 위한 수확기별 생육단계에 따른 시료채취는 1년차(2009년)는 1번차 4월 24일부터 5월 15일까지, 2번차 6월 24일부터 7월 7일까지, 3번차 8월 13일부터 8월 24일까지 3시기에, 2년차(2010년)는 1번차 4월 27일부터 5월 17일까지, 2번차 6월 21일부터 7월 8일까지, 3번차 8월 10일부터 8월 24일까지, 4번차 9월 26일부터 10월 18일까지 4시기, 3년차(2011년)는 1번차 4월 27일부터 5월 24일까지, 2번차 6월 27일부터 7월 12일까지, 3번차 8월 11일부터 8월 24일까지, 4번차 9월 26일부터 10월 18일까지 4시기에 걸쳐 수행하였다.

각 품종별 수확기에 따른 시료채취는 신초의 본엽 전개가 50% 이상 전개된 시점에서 1심 1엽, 1심 2엽, 1심 3엽, 1심 4엽, 1심 5엽을 난괴법 4반복으로 채취하여(Fig. 1), 즉시 전자레인지(생엽 시료온도 100℃ 내외)에서 1분간 살청 처리한 후 실온에서 식힌 다음, 65℃ 열풍 건조기에서 24시간 건조한 후 분쇄 조제하였다. 신초의 부위별 시료 준비는 2010년 각 수확기별로 1번차 5월 17일, 2번차 7월 8일, 3번차 8월 24일, 4번차 10월 18일에, 본엽 5엽이 50% 이상 전개된 1심

5엽을 난괴법 4반복으로 채취한 후 심, 상위 1엽, 2엽, 3엽, 4엽, 5엽 및 줄기 등 7개 부위로 구분하여 분리하였다(Fig. 2).

신초의 줄기 시료 준비는 2011년 3번차 8월 24일, 4번차 10월 18일에 각각 본엽 5엽이 50% 이상 전개된 1심 5엽을 난괴법 4반복으로 채취한 후, 심과 본엽을 제거한 줄기를 즉시 전자레인지(생엽 시료온도 100℃ 내외)에서 1분간 살청 처리한 후 실온에서 식힌 다음, 상부, 중부, 하부 3부분으로 분리한 후(Fig. 3), 65℃ 열풍 건조기에서 24시간 건조한후 분쇄 조제하였다.

2. 신초의 품질관련 성분함량 분석

차잎의 주요 품질관련 성분함량 분석은 각 채엽단계 및 부위별로 구분되어 채취된 시료는 즉시 전자레인지(생엽 시료온도 100℃ 내외)에서 1분간 살청 처리한 후 실온에서 식힌 다음, 65℃ 열풍 건조기에서 24시간 건조한 후, 시료 분쇄기를 이용하여 200메쉬 정도로 미세하게 분쇄하여 조제되었다.

미세 분쇄된 차잎 시료는 근적외선 분광광도계(MPA FT-NIR, Bruker, MA, Germany)를 이용하여 3반복으로 측정한 후 평균토록 설정하여, 총 유리 아미노산(%), 데아닌(%), 총 카테킨(%), 카페인(%), 탄닌(%), 비타민 C(mg/kg), 섬유소(%) 및 개별 카테킨 등에 대해 분석을 수행하였다.

3. 신초의 무기성분 함량 분석

차잎의 무기성분 함량의 분석을 위한 시료준비 및 조제는 품질관련 성분함량 분석을 위한 방법과 동일하게 하였다. 이들 시료의 무기성분에 대해 농촌진흥청 토양 및 식물체분석에 의하여 분석하였다(NIAST, 2000). 전질소(T-N) 함량(%)은 황산습식($H_2O_2-H_2SO_4$) 분해법에 의하여 조제된 시료 0.5g을 100ml 경질의 불

플라스틱에 취한 다음 Conc. H_2SO_4 5ml를 가한 다음 전열판에서 H_2O_2 0.5ml씩을 넣으면서 백색 투명할 때까지 완전히 분해한 다음, 켈달장치(Kjeltec 2400, Foss, Denmark)를 활용하여 분석하였다. 다량원소인 K(%), Mg(%) 및 Ca(%)과 미량원소인 Fe($mg \cdot kg^{-1}$), Mn($mg \cdot kg^{-1}$), Zn($mg \cdot kg^{-1}$) 및 Cu($mg \cdot kg^{-1}$)를, 그리고 기타 성분 Na(%) 등은 전질소(T-N)의 황산습식($H_2O_2-H_2SO_4$) 분해법으로 분해된 시료를 적절히 증류수로 희석하면서 원자흡수 분광광도계(AAs 700, Perkin elmer, USA) 장비를 활용하여 분석하였다.

4. 토양의 이화학적 특성 분석

토양의 이화학적 특성은 시험포장의 대각선 방향으로 4지점을 선택하여, 매달(차나무 생육기인 4~10월) 중순경에 토양시료 채취기인 오가(augar)를 이용하여 표토 15 cm내외의 근권에서 지점별 4반복의 토양을 채취한 후 혼합하여 풍건하고, 2 mm 체눈의 표준체(200 메쉬)를 통과시켜 조제하였다. 이들 토양시료의 이화학적 특성에 대해 농촌진흥청 토양 및 식물체분석에 의하여 분석하였다(NIAST, 2000).

토양 pH와 EC는 pH 미터기를 이용하여 풍건토양 5g을 50ml 비이커에 취하고 증류수 25ml를 가한 뒤 때때로 유리봉으로 저어주면서 1시간 방치 후 60초 내에 측정하였다. 유기물(OM)은 조제된 토양시료 0.1g을 250ml 삼각 플라스크에 취하여 10ml의 0.4N 중크롬산칼리황산혼합용액을 가한 다음 소형 깔때기를 덮고 200 °C 정도의 뜨거운 전열판에서 가열하였다. 플라스크 바닥에서 기포가 발생하기 시작하여 5분간 끓인 다음 식힌 후 증류수 약 150ml를 가했다. 약 5ml이 85% H_3PO_4 과 5~6방울의 지시약을 가하고 0.2N 황산 제1철암모니움 용액으로 적정하였다.

토양의 전질소(T-N) 함량(%)은 조제된 풍건토양 5g을 켈달플라스크에 넣고 황산염혼합분말 5g과 Conc. H_2SO_4 25ml를 넣고 잘 혼합하였다. 혼합된 플라스크

는 분해용 전기로에서 분해하여 냉각한 다음 증류수 350ml를 넣고 잘 섞은 다음 켈달장치(Kjeltec 2400, Foss, Denmark)을 이용 측정하였다. 기타 치환성 양이온 및 미량 성분은 풍건토양 5g을 100ml 삼각플라스크에 넣고, 침출액(1N-NH₄OAc pH 7.0) 50ml를 가하여 30분간 진탕한 다음 No.2 여과지로 여과한 다음 원자흡수 분광광도계(AAs 700, Pekin Elmer, USA)로 분석하였다.

5. 통계분석

처리효과의 유의성 검정은 SAS 프로그램(Package relwase 9.2)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 수행하였다. 평균간 비교는 Duncan의 다중검정(*Multiple range test*)에 의해 분석하였다.



Fig. 1. Tea shoots harvested at different growth stages. A, one and a bud; B, two and a bud; C, three and a bud; D, four and a bud; E, five and a bud.

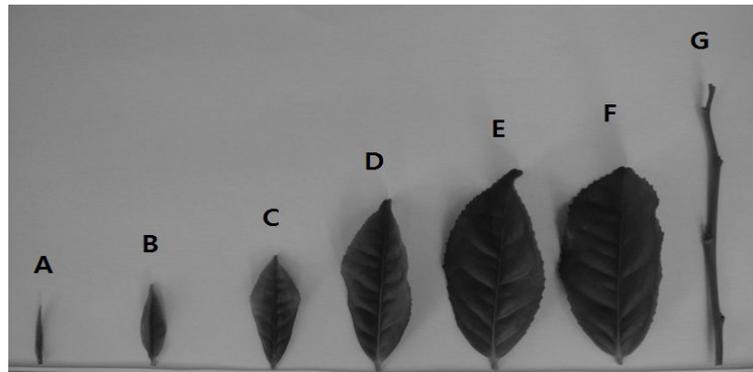


Fig. 2. Each sample part separated from the harvested tea shoot. A, bud; B, 1st leaf; C, 2nd leaf; D, 3rd leaf; E, 4th leaf; F, 5th leaf; G, stem.

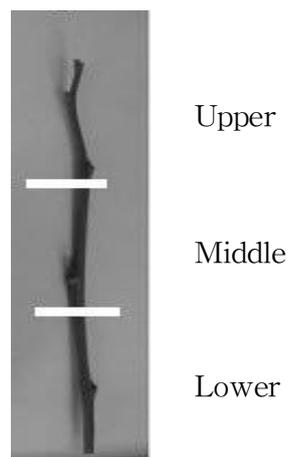


Fig. 3. Each sample part separated from the harvested tea stem.

IV. 결과 및 고찰

1. 생육단계별 신초의 품질 및 무기성분 특성

1) 신초의 품질특성

제주지역에서 품종 및 수확기에 따른 생육단계별 총 유리 아미노산 함량의 변화는 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 총 유리 아미노산 함량은 모든 품종에서 1번차가 가장 높게 나타났고, 2번차는 3번차보다 급격히 감소하여 약간 낮아지는 경향을 나타내었다. 또한 생육단계별로 보면 하위엽이 포함되어 채엽 시기가 늦어질수록 점차 낮아지는 경향이였다. 이들 경향에 있어서의 품종간 차이는 크게 나타나지 않았으나, 사에미도리 품종은 생육단계가 늦어져도 함량이 높게 유지되는 특성을 보여 주었다. 1번차에서는 총 유리아미노산 함량이 1심 3엽기까지는 3.5~4.0% 내외였으나, 이후 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 반면 2번차에서는 1심 1엽기 3.0% 내외에서 1심 3엽 1.5% 내외 수준까지 급격히 감소한 후, 이후 점진적으로 감소하는 경향이였다. 3번차에서의 함량은 2번차와 유사한 수준이었으며, 감소하는 경향은 1번차와 유사하게 진행되었다.

Tanaka(1989)는 야부기다 1번차에서 총 유리 아미노산의 함량이 엽위에 따라 감소(Tanaka, 1989)한다고 보고하였는데 본 연구결과와 유사하였다. 또한 Saba와 Takyuu(1998)는 야부기다 품종에서 2번차의 아미노산 함량은 3번차보다 적거나 비슷하다고 한 보고와 유사하였다. 그러나 Ikeda 등(1993, 2006)이 1번차의 총 유리 아미노산 함량이 품종에 따라 1.47~5.07%의 범위로 차이가 크다고 보고한 것과는 다소 차이가 있었다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 데아닌 함량의 변화는 Fig. 5와 같다. 모든 품종에서 데아닌 함량은 총 유리 아미노산과 유사한 변화 양상을 보였다. 1번차에서 가장 높았고, 3번차가 그 다음으로 높았으며, 2번차에서 가장 낮았다. 2번차와 3번차 간의 함량 차이는 적었으나, 1번차와 2~3번차와는 1.0% 내외의 차이

1 s t c r o p

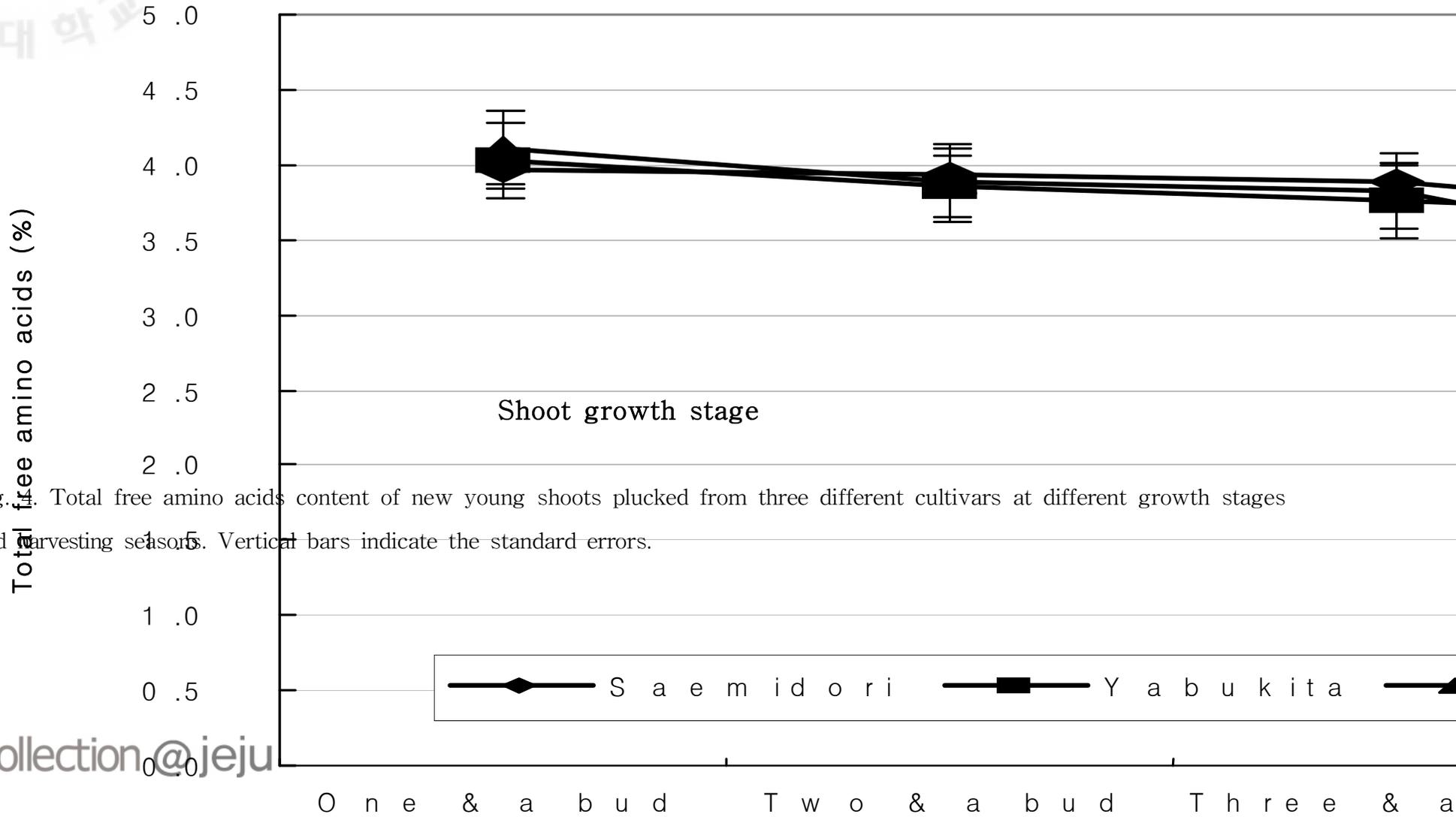


Fig. 4. Total free amino acids content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

가 있었다. 생육단계에 따라서는 채엽이 늦어질수록 점진적으로 감소하는 경향을 나타냈으나, 감소 정도에 있어서는 수확기와 품종 간에 차이가 있었다. 특히, 1번차의 경우 사에미도리 품종은 하위엽이 포함되는 늦은 시기까지도 데아닌 함량의 변화가 적었으나, 후순 품종은 변화가 심한 편이었고, 야부기다는 중간 정도를 보여 주었다.

Tanaka 등(1989)은 야부기다 품종에서 데아닌 함량이 수확시기가 늦어질수록 점진적으로 감소하였고, 2번차 함량은 1번차의 1/2 수준이라고 보고하였는데, 본 연구결과와 매우 유사하였다. 그러나 Park 등(2008)이 재래종에서 데아닌의 함량이 2번 수확기가 3번 수확기보다 약간 높게 나타났다는 보고와는 다소 상이하였다. 한편 데아닌 등의 아미노산 함량은 차광, 생육기 및 시비수준 등과 같은 환경조건에 따라서 달라질 수 있다고 알려져 있다(Anan 등, 1991; Saba 등, 1998). 특히 데아닌의 경우 생육기의 함량 차이 정도가 품종에 따라 달라진다고 보고(Saba 와 Takyuu, 1998)된 바 있다. 그러므로 2번차와 3번차간의 함량 차이는 품종과 환경에 따라서 다소 달라질 수 있는 것으로 생각되었다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 카테킨 함량의 변화를 Fig. 6에 나타내었다. 카테킨 함량은 생육단계가 진행되어 채엽이 늦어질수록 감소하는 경향이 있었다. 그러나 아미노산과는 달리 1번차에서 가장 낮았고 2번차에서 가장 높았으나, 감소의 정도는 2번차에서 가장 급격히 이루어졌다. 품종에 따라서도 수확기와 생육단계별 함량과 그것의 변화 양상에 있어서 차이가 있었는데, 사에미도리 품종이 수확기 간에 차이가 가장 적었고, 후순 품종이 수확기에 따른 폭이 가장 크게 나타났다. 신초내 카테킨 종류별 함량은 Table 1과 같다. 신초의 함량면에 있어서 (-) epigallocatechin gallate (EGCG), (-) epicatechin gallate (ECG), (-) epicatechin (EC)의 순으로 높게 나타났다. 수확기에 있어서는 EGCG와 EGC가 모든 품종에서 같은 경향을 보였는데, 2번차에서 가장 높았고, 3번차, 1번차 순이었다. 이와 달리 EC는 3번차에서 가장 높았고, 2번차, 1번차 순이었다.

이는 야부기다 품종과 국내 재래종에서 카테킨의 성분별 함량이 EGCG, EGC, ECG, EC의 순으로 높다는 보고(Iwasa, 1997; Park 등, 2008)와 베니후지, 유타카미도리, 야부기다 및 가나야미도리 품종에서 채엽단계에 따라 총 카테킨 함량이

1 s t c r o p

Theanine (%)

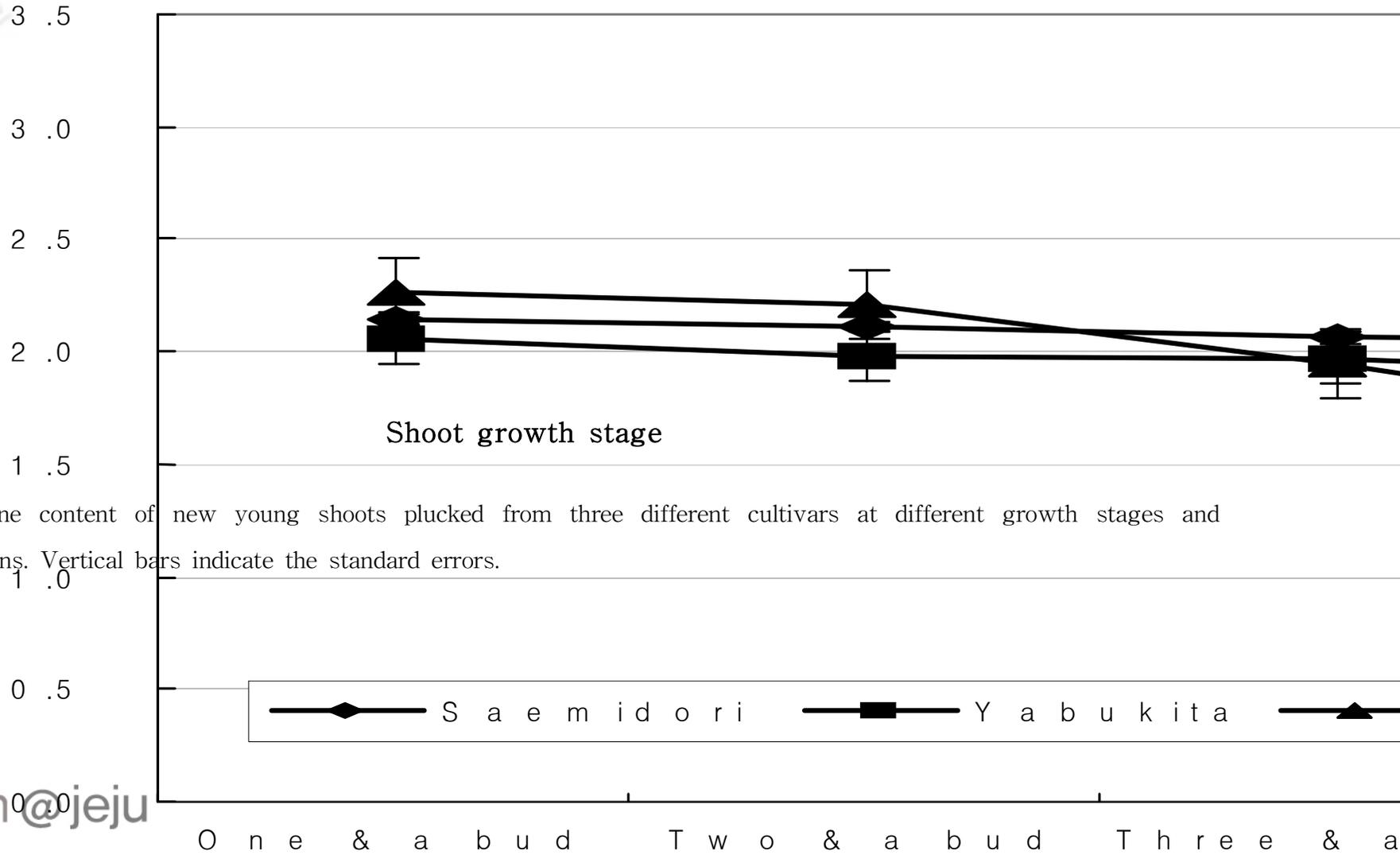


Fig. 5. Theanine content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

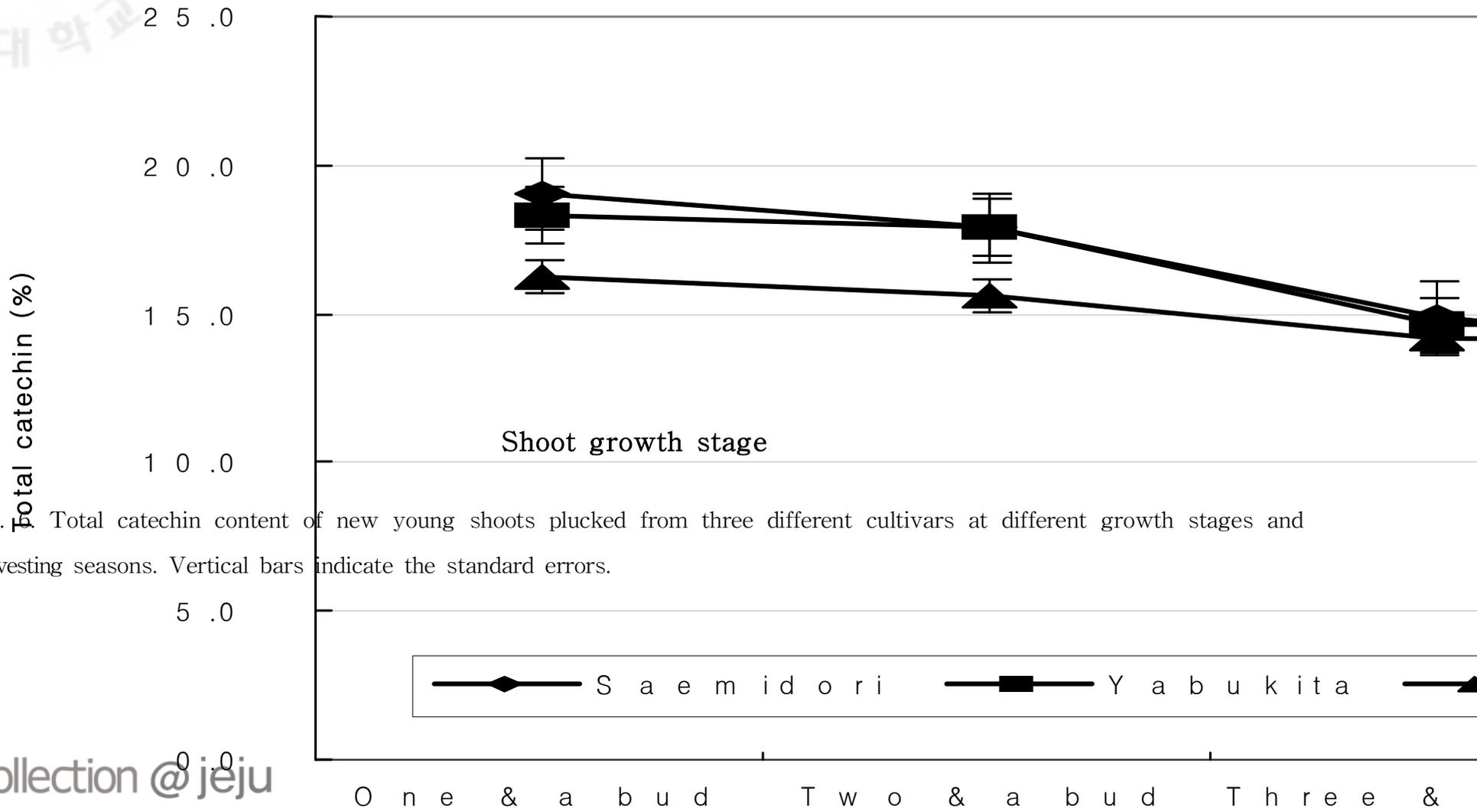


Fig. Total catechin content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

Table 1. EC, ECG and EGCG content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons.

Cultivar	Growth stage	EC			ECG			EGCG		
		1st crop	2nd crop	3rd crop	1st crop	2nd crop	3rd crop	1st crop	2nd crop	3rd crop
Saemidori	One & a bud	0.28 d ^Z	0.90 c	1.19 ab	3.32 a	3.89 a	3.63 a	11.3 a	13.4 a	12.6 a
	Two & a bud	0.28 e	1.05 b	1.12 b	3.12 a	3.52 b	3.46 a	10.6 b	12.3 b	11.9 a
	Three & a bud	0.96 a	1.27 a	1.53 a	2.60 b	2.83 d	2.07 c	9.7 c	10.5 c	10.9 b
	Four & a bud	0.66 b	1.04 b	1.20 ab	2.64 b	2.93 c	2.04 c	9.1 d	9.6 d	10.1 b
	Five & a bud	0.57 c	0.61 d	1.10 b	2.58 b	2.70 e	2.55 b	8.0 e	8.5 e	9.0 c
Yabukita	One & a bud	0.36 c	1.18 c	1.56 b	3.28 a	3.90 a	3.55 a	11.6 a	13.8 a	12.5 a
	Two & a bud	0.42 c	1.36 b	1.32 c	3.29 a	3.53 b	3.46 a	11.4 a	11.9 b	11.8 b
	Three & a bud	1.16 a	1.67 a	1.80 a	2.16 c	2.74 d	2.46 b	8.9 b	10.1 c	11.5 b
	Four & a bud	0.84 b	1.21 c	1.52 b	2.56 b	2.95 c	2.52 b	9.2 b	9.7 c	11.0 c
	Five & a bud	0.69 b	1.08 d	1.80 a	2.50 b	2.93 c	2.26 c	7.8 c	8.5 d	8.4 d
Hushun	One & a bud	0.44 d	1.38 c	2.13 a	2.96 a	4.07 a	3.18 b	11.7 a	14.1 a	11.5 a
	Two & a bud	0.37 d	1.51 b	1.55 b	2.88 a	3.76 b	3.56 a	11.0 b	12.8 b	11.0 b
	Three & a bud	0.98 b	1.67 a	1.98 c	2.33 c	3.04 c	2.04 e	10.7 b	10.9 c	10.5 bc
	Four & a bud	1.16 a	1.37 c	1.36 d	2.32 c	3.02 c	2.18 d	9.8 c	10.4 c	10.2 cd
	Five & a bud	0.71 c	0.75 d	0.63 e	2.50 c	2.76 d	3.07 c	8.2 d	9.0 d	9.7 d

^Z Duncan's multiple range test at 5% level.

감소한다는 보고((Iwasa, 1977; Nesumi 등, 1997)와는 유사하였다. 채엽시기에 따라서는 국내 재래종의 경우 1번차에서 가장 낮았고 2번차, 3번차 순으로 높게 나타났으나(Park 등, 2008), 야부기다, 유타카미도리, 사야마가오리 품종 등 일본 육성 품종의 경우는 1번차에서 가장 낮았으나, 2번차와 3번차 간에는 차이가 없다고 보고(Nesumi 등, 1997)된 바 있는데, 본 연구결과는 국내 재래종의 경우와는 달리, 일본 육성 품종에서 나타나는 경향과 유사하였다. 그러나, 이와 달리 동일 일본 육성 품종인 야부기다 품종에서도 카테킨 성분별 함량이 EGCG, ECG, EGC, EC의 순으로 높다는 보고(Saijo, 1981)도 있는 바, 이들 카테킨의 함량에는 품종과 환경의 요인들이 복합적으로 작용하는 것으로 생각되었다. 또한 아미노산 및 테아닌 성분과 카테킨 성분의 1번차와 2번차 및 3번차 수확기 간에 함량이 상반되게 나타나고 있어, 이는 향후 차의 맛과 기능적인 측면에서 중요하게 고려해야 할 사항으로 보아졌다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 카페인 함량의 변화를 Fig. 7에 나타내었다. 카페인 함량은 모든 품종에서 신초가 크게 자랄수록 감소하였다. 품종의 반응은 수확기에 따라서 약간 달라지는 경향이였다. 사에미도리 품종에서는 1번차에서 가장 높고, 3번차, 2번차 순이었다. 그러나 야부기다와 후순 품종에서는 1번차와 3번차간에 차이가 거의 없었고, 2번차에서 가장 낮은 경향을 보였다.

이는 국내 재래종과 야부기다 품종에서 채엽단계에 따라서 감소하고 수확기 간에는 차이가 없다는 보고(Park 등, 2008; Anan 등, 1991)와 비교해 볼 때, 사에미도리 품종에서는 일치하였으나 야부기다와 후순 품종에서는 약간 다른 경향이였다. 그러나 품종간 그리고 동일 품종에서의 연차간 카페인 함량에 변이가 나타나고 있는 바(Ikeda 등, 2006), 품종과 환경에 따라 수확기 간에 함량 차이의 정도가 달라질 수 있는 것으로 생각되었다.

탄닌 함량의 변화 양상에 있어서 수확기 간에 차이는 매우 적은 편이었다(Fig. 8). 생육이 진행될수록 함량은 감소하는 경향이였으나, 1심 2엽 이후 급격히 감소한 다음 1심 3엽기부터 5엽기까지 변화가 완만해지는 특징을 나타내었다. 품종에 따라서는 탄닌 함량과 변화 양상이 수확기에 따라서 약간 달라지는 경향이였다. 1번차에서는 탄닌 함량이 사에미도리 품종에서 가장 높았으나, 2번차에서 후순

Caffeine (%)

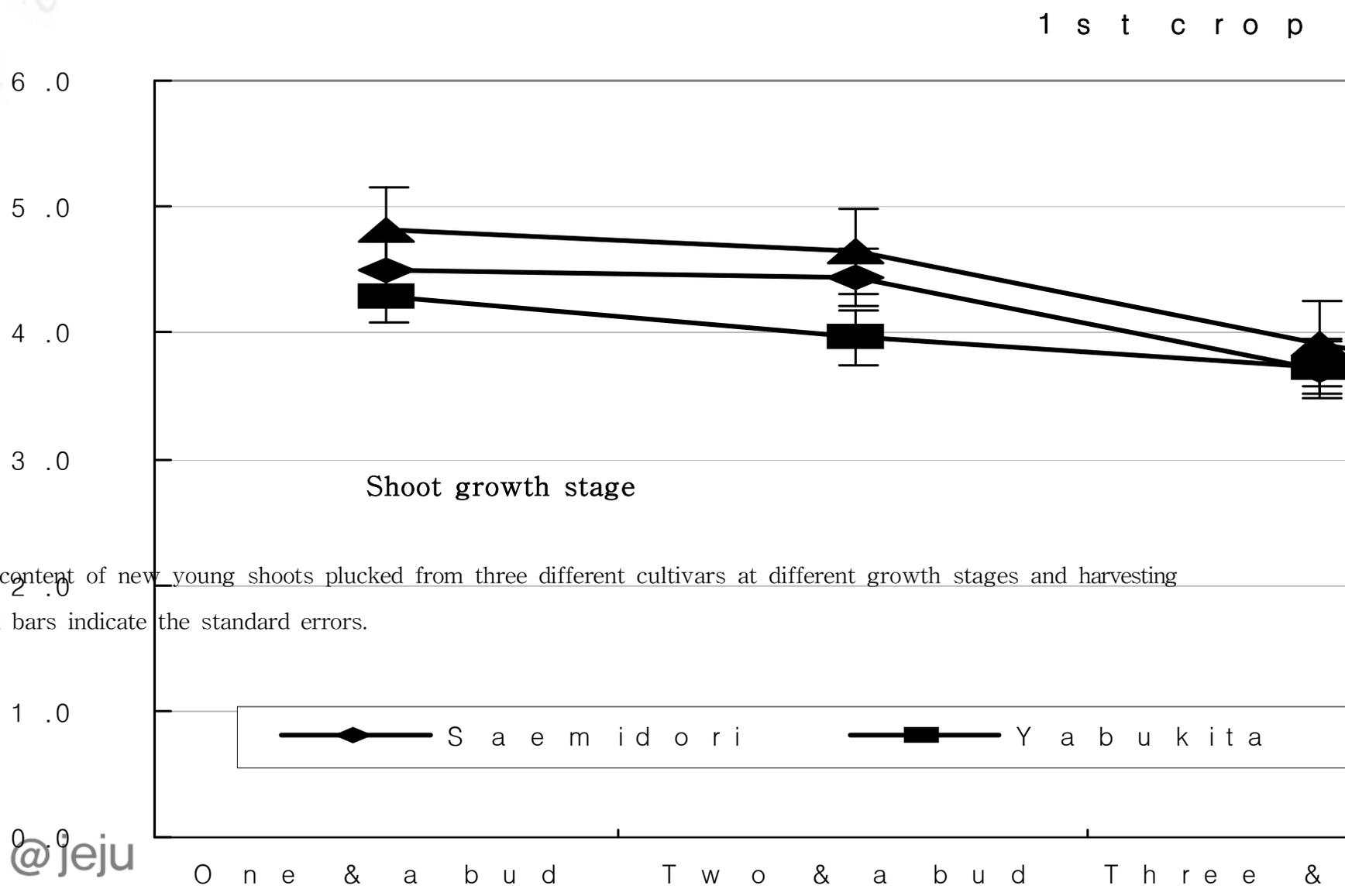


Fig. 7. Caffeine content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

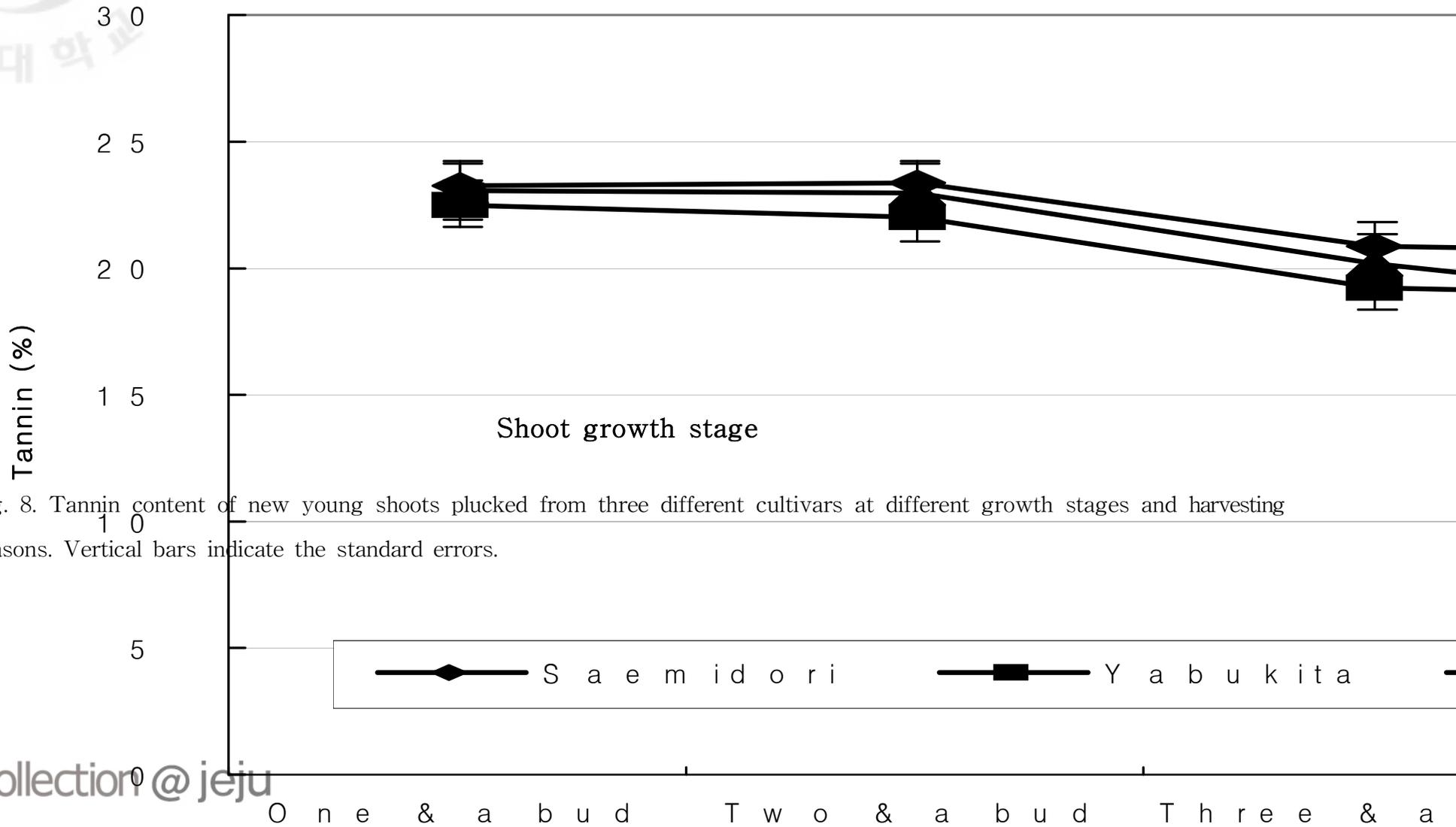


Fig. 8. Tannin content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

후순 품종에서 가장 높았고, 3번차에서는 이들 양상이 생육단계에 따라서 달라졌다.

본 연구결과에서 나타난 탄닌의 변화 양상은 야부기다 품종에서 채엽시기가 늦어질수록 탄닌과 폴리페놀의 함량이 감소하였다는 보고(Anan 등, 1991; Tanaka 등, 1989)와는 일치하는 경향이었으나, 국내 재래종의 경우 채엽단계에 따라서는 감소하나 채엽 시기에 따라서는 증가하였다는 보고(Park 등, 2008)와는 다른 경향이였다. 이는 신초의 생육단계와 채엽시기가 직결되는 것은 아니기 때문에 나타나는 결과로 보아졌다. 그런데 품종에 따라서 탄닌 함량에 차이가 있고 (Ikeda 등, 1993; Tanaka 등, 1989), 수확기에 따른 함량 차이가 품종에 따라서는 연차간의 변이로 나타나고 있어서(Ikeda 등, 1993) 품종에 따른 환경에 대한 반응 정도는 달라질 수 있을 것이다. 사에미도리와 후순 품종은 모두 교배육종 과정에서 야부기다 품종의 유전형질을 이어받고 있다. 그러므로 이들 품종들의 연차간 탄닌 함량 변이는 추가적인 연구가 필요한 분야로 판단되었다.

비타민 C 함량의 품종별 수확기 및 채엽 단계간 변화는 Fig. 9에서 보는 바와 같다. 모든 품종에서 1번차의 비타민 C 함량이 가장 높았고, 2~3번차간 차이는 없었다. 사에미도리와 야부기다 품종에서는 생육이 진전될수록 함량 변화가 적은 편이었으나, 후순 품종은 1번차의 경우 함량이 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이는 앞의 다른 품질관련 성분들의 변화와는 전혀 다른 양상이었다.

Tanaka 등(1989)은 야부기다 품종에서 1번차가 2번차보다 함량이 높았으며, 1번차에서는 채엽시기에 따라 차이가 없었으나 2번차에서는 약간 감소하였다고 보고하였는데 본 연구결과와는 비슷하였다. 그러나 국내 재래종에서 수확기가 늦어질수록 함량이 낮아졌으나 채엽단계에 따라 감소한다는 보고(Park 등, 2008)와는 차이가 있었다. 한편 Ikeda 등(2006)은 동일 품종에서도 연차간 변이를 나타나고, 그 정도의 차이도 다르다고 하였는 바, 본 연구결과가 환경의 영향에 의한 품종의 반응 차이와 관계되어지는 것으로 생각되었다.

1 s t c r o p

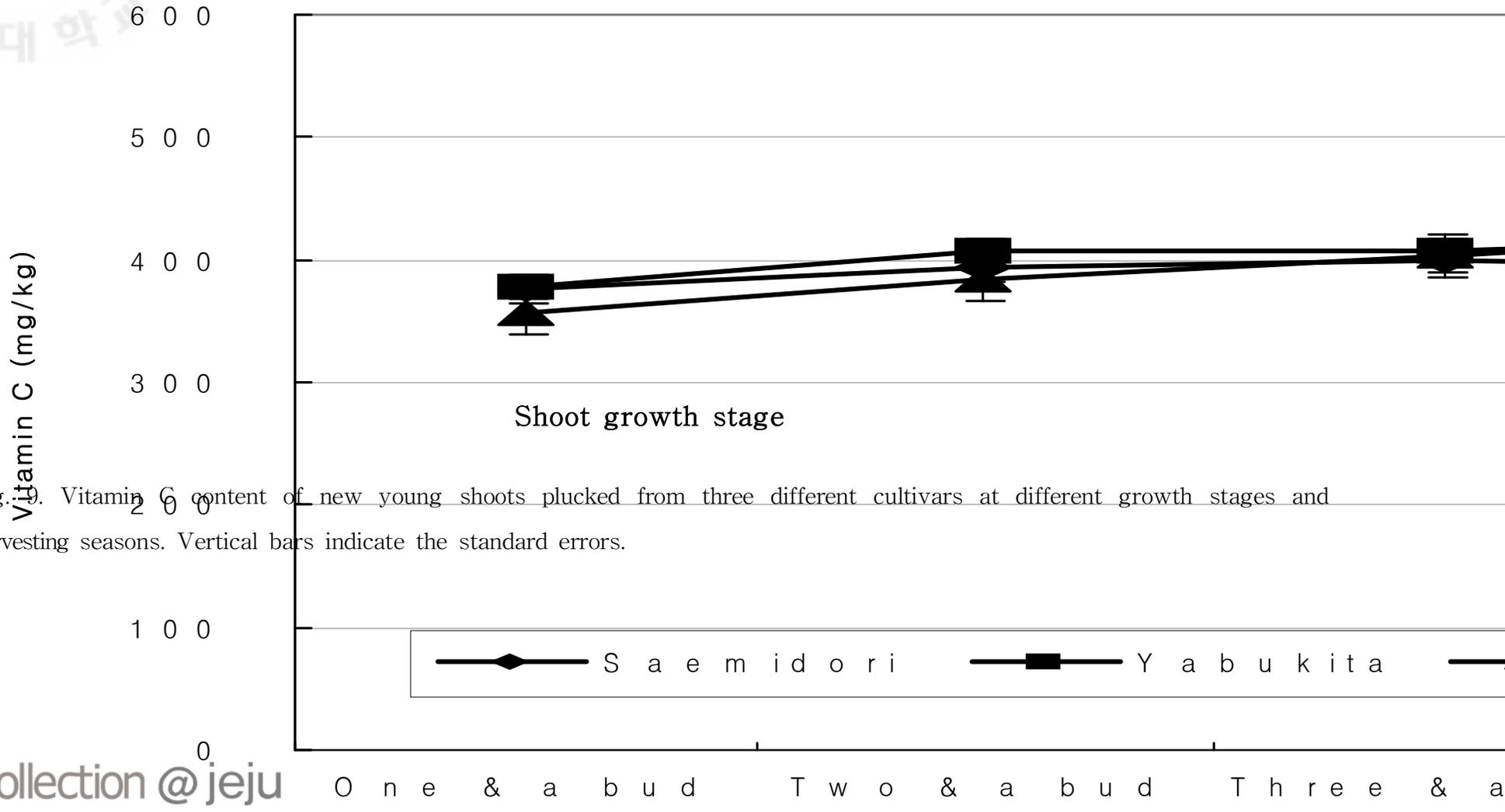


Fig. 1. Vitamin C content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

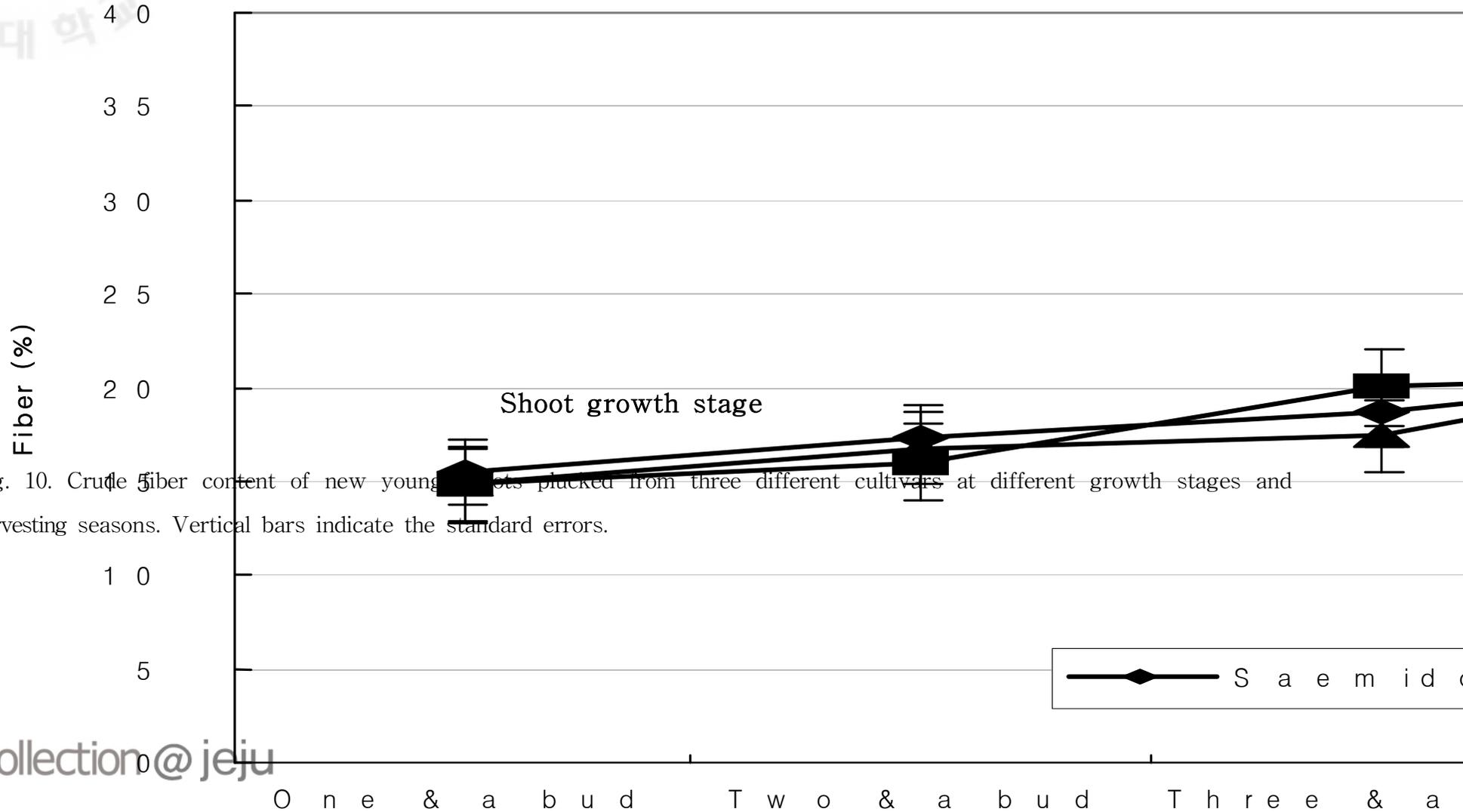


Fig. 10. Crude fiber content of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

조섬유 함량은 품종별 수확기 간에는 거의 차이가 없었다(Fig. 10). 생육단계에 따라서는 하위엽이 많아질수록 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 Tanaka 등(1989)의 보고와도 일치하는 경향이었는데, 잎의 경화와 관계되는 것으로 판단되었다.

2) 신초의 무기성분 특성

각 품종 및 수확기에 따른 생육단계별 신초의 총질소 함량의 변화는 Fig. 11에 나타난 바와 같다. 신초의 총질소 함량은 수확기 간에는 1번차 4~6%로 높았고, 2번차와 3번차는 3.0~5.5%로 비슷한 경향을 나타내었다. 품종간에는 뚜렷한 차이가 없었으며, 채엽단계에서는 1심 1엽이 가장 높았고, 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 낮아지는 경향이였다. 일본 및 국내 녹차의 총질소 함량은 3~6% 내외로 보고(Park 등, 2008; Kim 등, 2000; Oishi, 1988)되어 왔는데, 본 연구에서도 유사한 결과였고, 제주지역의 야부기다 품종에서도 5~6% 내외의 함량이 보고(Kim 등, 2000)된 바 있다. 그러므로 본 연구에서 수확기 간에 차이는 재배환경 및 시비관리 등의 재배적 요인이 보다 크게 관계하는 것으로 보아졌다. 따라서, 향후 동일한 시비량 조건에서도 분시 등 시비법에 따른 총질소 함량에 미치는 영향을 상세히 연구할 필요가 있다고 생각되었다.

품종 및 수확기에 다른 생육단계별 다량원소인 K의 함량 변화는 Fig. 12와 같다. K 함량에 있어서 품종간 차이는 크지 않은 것으로 나타났고, 생육단계에서는 1심 1엽에서 약간 낮고 이후 생육단계에서 일정한 수준을 유지하였다. 수확기 간에도 1번차가 약간 높은 경향을 보였을 뿐 전체적으로 2% 내외로 비슷한 경향을 보였다. 이는 이전에 보고된 K 함량, 엽위 및 차기별 경향(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Kim 등, 2007)과 매우 유사한 편이었다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 다량원소인 Mg의 함량 변화는 Fig. 13와 같다. Mg 함량은 0.1~0.15% 내외로서 K 함량의 약 1/10을 나타내었고, 수확기 및 생육단계 간에는 차이는 거의 없었고, 품종 간에는 1번차에서는 후순이 생육이

1 s t c r o p

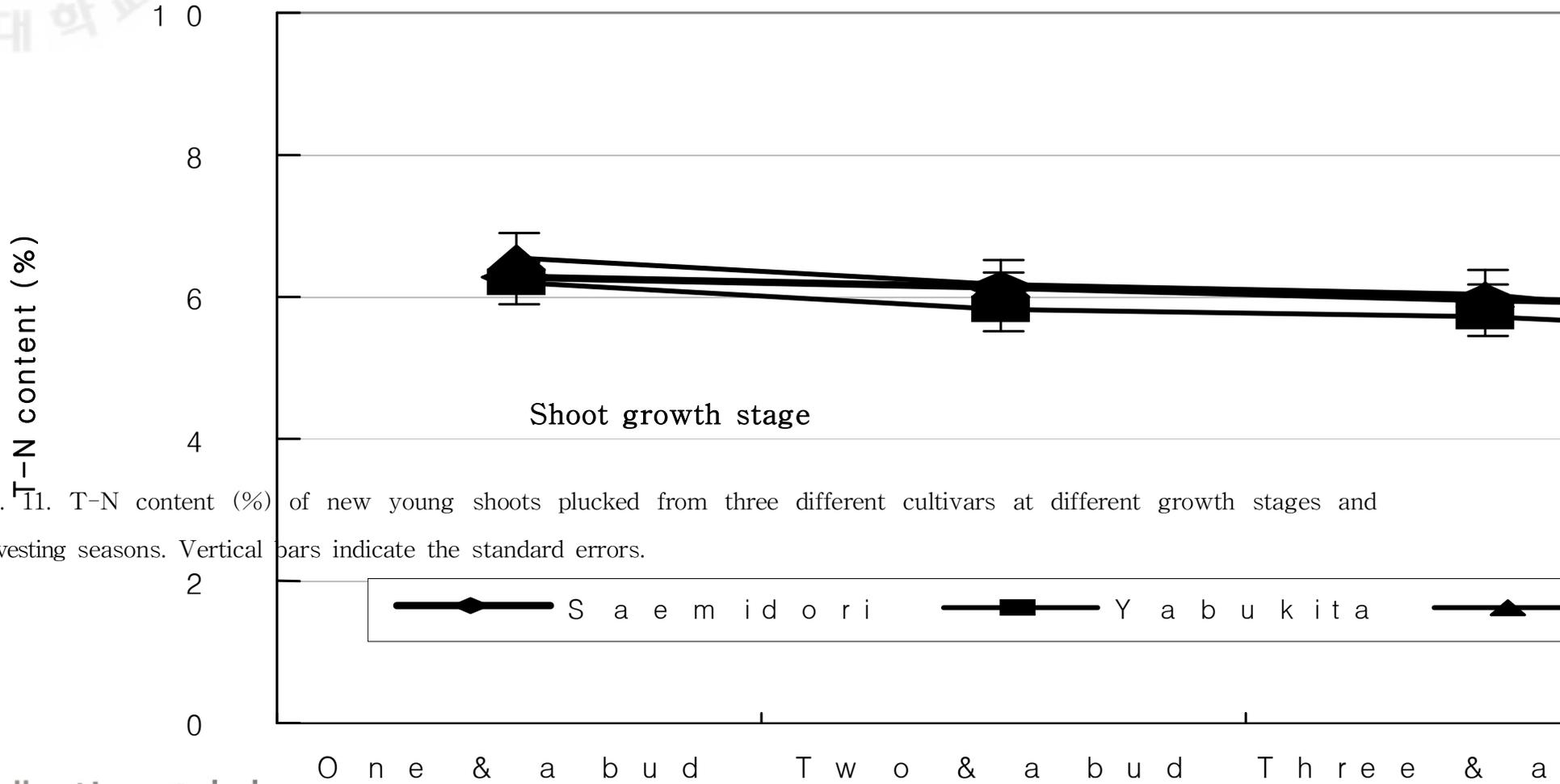


Fig. 11. T-N content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

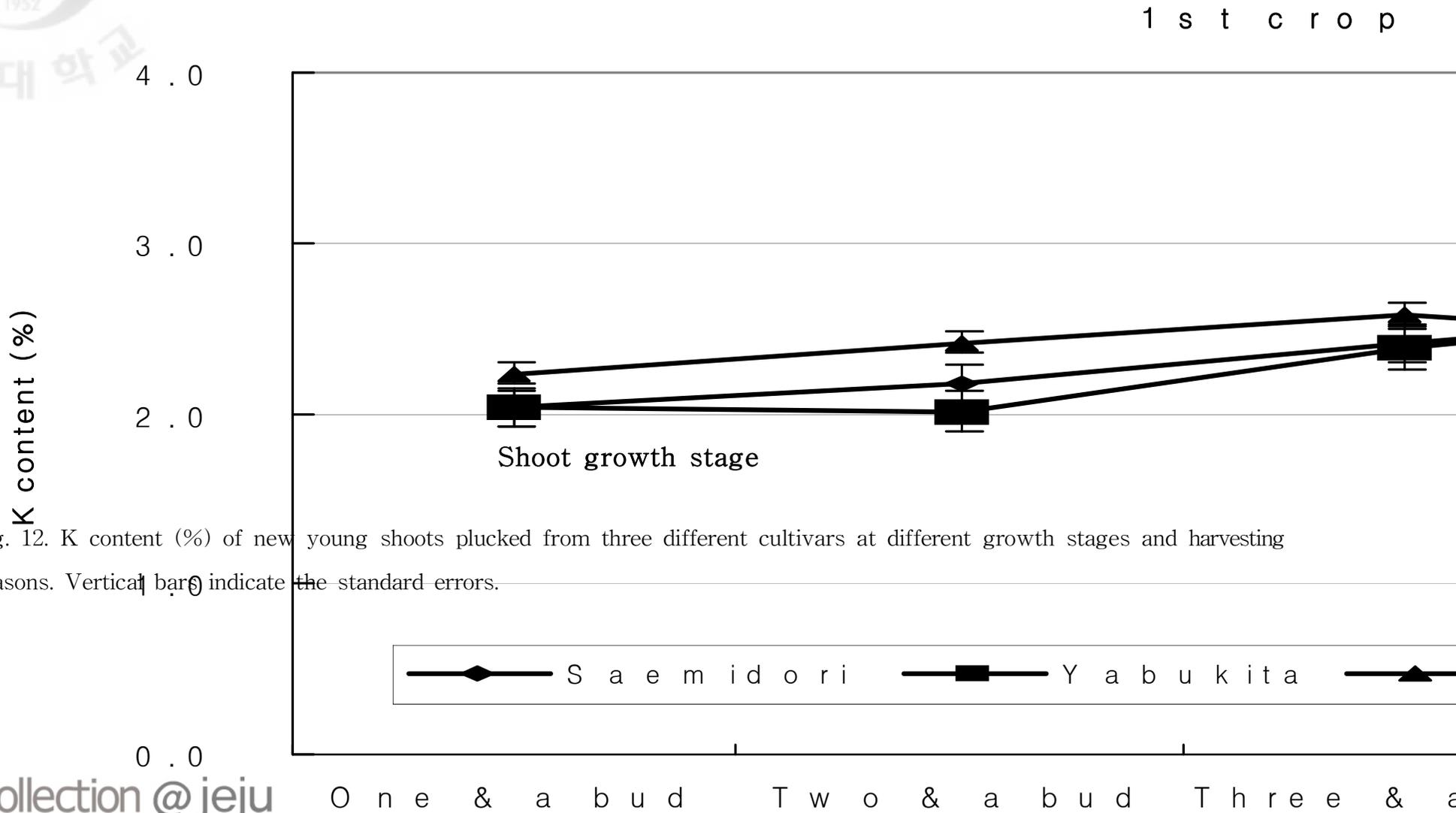


Fig. 12. K content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

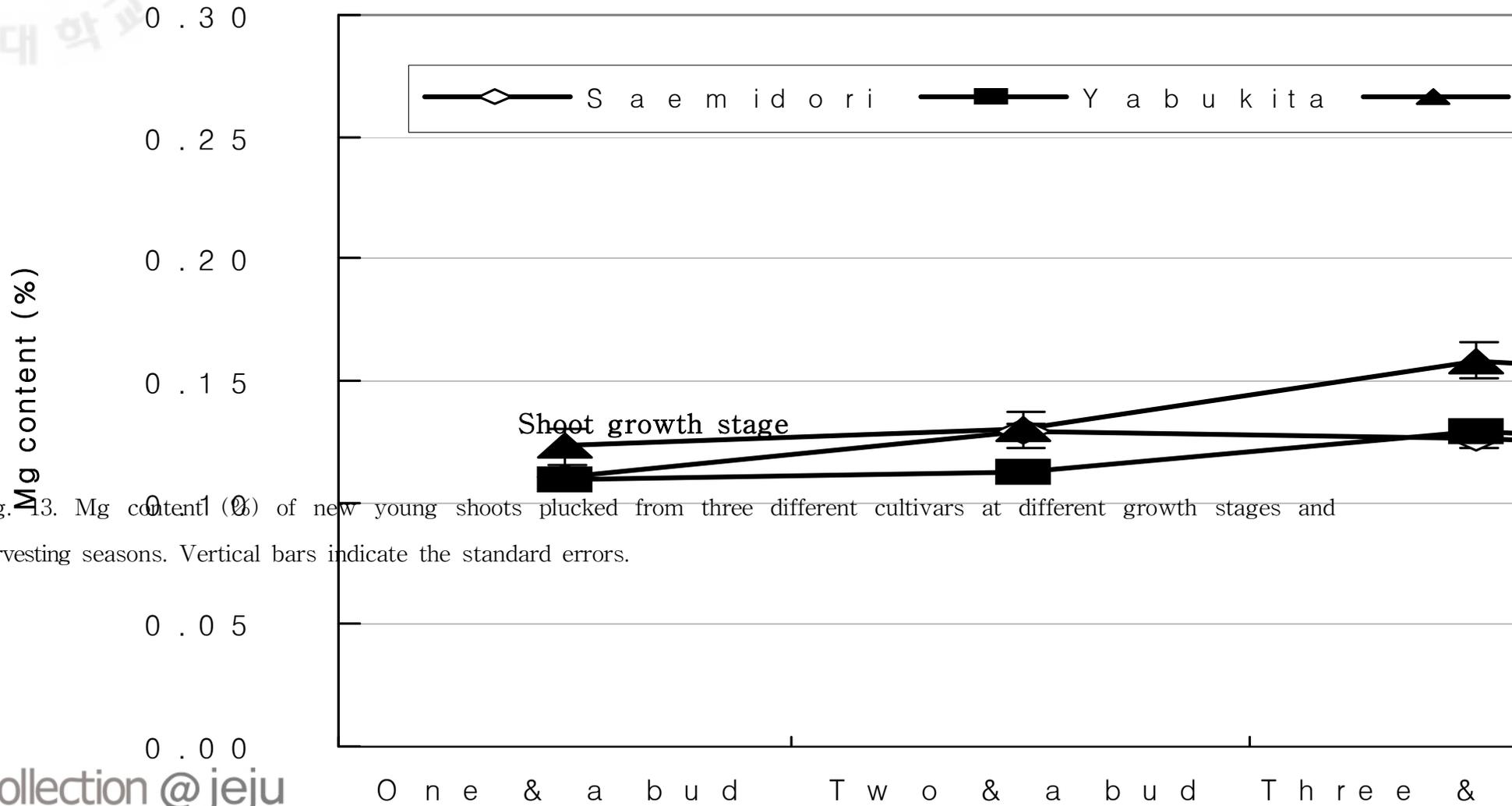


Fig. 13. Mg content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

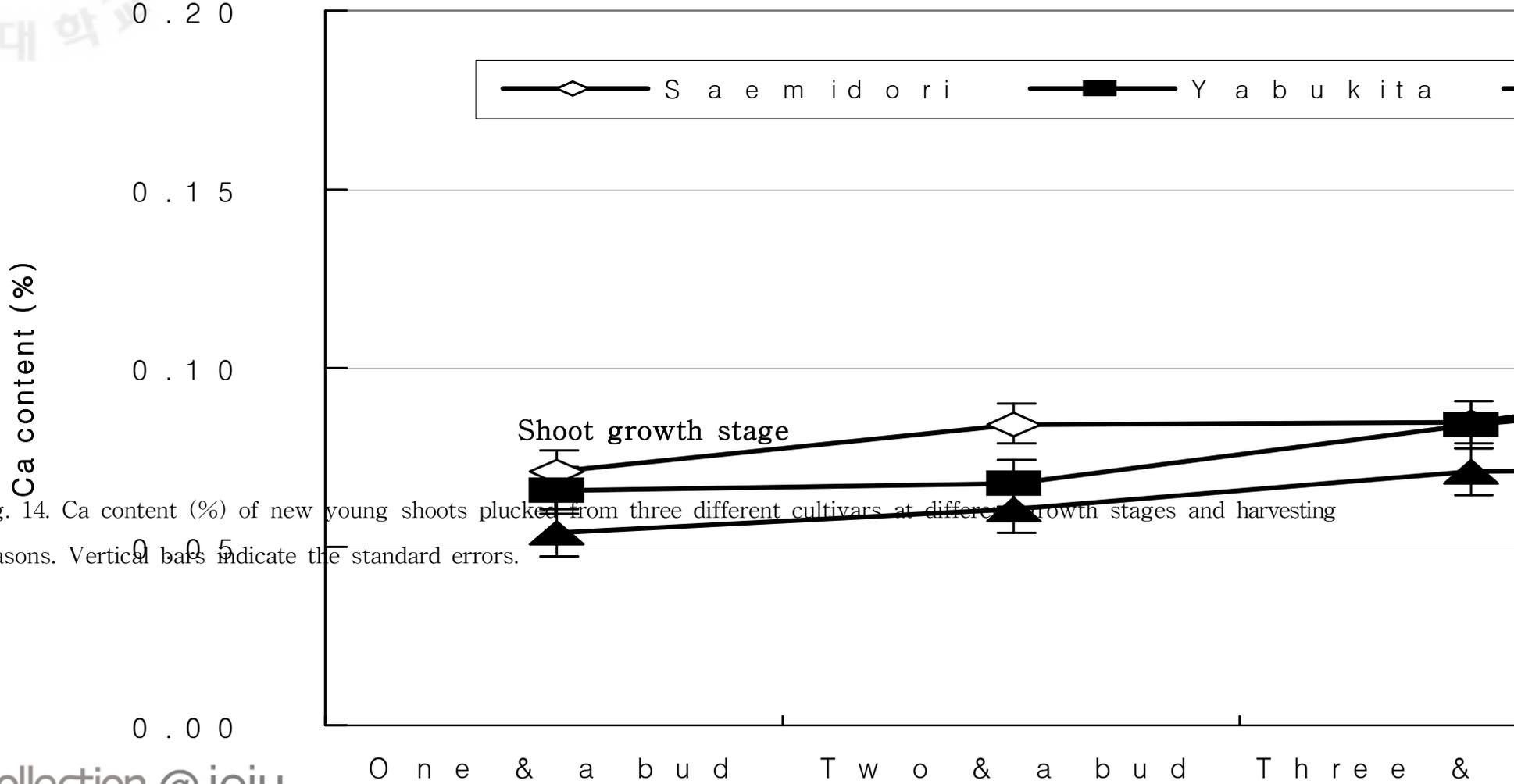


Fig. 14. Ca content (%) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

진행됨에 따라 높아지는 경향이었고, 2번차에서는 사에미도리 품종이 0.1% 내외로 가장 낮았으며, 후순 품종이 0.14% 내외 높은 경향을 보였다. 이전의 연구보고와 비교할 때, 함량과 수확기별 경향은 유사하였다(Etsuo 등, 1978; Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005).

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 다량원소인 Ca의 함량 변화는 Fig. 14와 같다. Ca 함량은 0.04~0.11% 내외였으며, 수확기 간에는 큰 차이가 없이 1번차가 조금 높은 경향이었고, 생육단계에서는 1심 1엽보다 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 높아지는 경향을 보였다. 품종 간에는 1번차에서만 사에미도리와 후순 품종간에 조금 차이가 있었을 뿐 나머지 수확기에서는 차이가 없었다. 이전의 연구보고와 비교할 때 생육단계와 수확기별 경향은 유사하였다. 그러므로 본 연구에서 이들 다량원소의 함량이 지역과 품종에 따라 조금씩 달라질 수 있음을 알 수 있었다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 미량원소인 Fe의 함량 변화를 Fig. 15에 나타내었다. Fe의 함량은 1번차 150~240mg/kg, 2번차 130~210mg/kg, 3번차 80~130mg/kg 내외순으로 낮은 경향이었고, 생육단계에서는 1심 3엽과 1심 4엽에서 낮아지는 경향을 보였지만 대체적으로 함량의 큰 변화는 없었다. 이는 이전의 연구보고(Etsuo 등, 1978; Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005)와 매우 유사한 것이었다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 미량원소인 Cu의 함량 변화를 Fig. 16에 나타내었다. Cu의 함량은 6~16mg/kg 내외인데, 품종간 차이는 적었으며, 수확기 및 생육단계에서는 약간 감소하는 경향이였다. 이는 이전의 연구보고(Etsuo 등, 1978; Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005)와 매우 유사하였다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 미량원소인 Zn의 함량 변화를 Fig. 17에 나타내었다. Zn의 함량은 40~80mg/kg 내외로 품종 간에는 차이가 없었고, 수확기 간에는 1번차, 3번차, 2번차 순이었으나 차이는 크지 않았다. 생육단계에서는 전체적으로 1심 1엽에서 높았고, 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 이는 함량 면에서 국내에서 보고(Ko 등, 2010)된 수준과 일치하였

으며, 일본에서 보고(Katsunori 등, 2005)된 야부기다 품종의 함량보다는 높은 편이었다.

품종 및 수확기에 따른 생육단계별 미량원소인 Mn의 함량 변화를 Fig. 18에 나타내었다. Mn의 함량은 3번차 250~420mg/kg, 1번차 200~380mg/kg, 2번차 160~280mg/kg 내의 순이었으며, 생육단계에서는 대체적으로 1심 1엽보다는 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 높아지는 경향을 보였다. 품종 간에는 1번차와 2번차에서는 야부기다 품종이 높았고, 사에미도리 품종이 낮은 경향을 보였으나, 3번차에서는 사에미도리 품종이 높아지고 야부기다 품종이 낮아지는 경향을 보였다. 이는 일본에서의 야부기다 품종에서 보고(Etsuo 등, 1978; Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005)와 매우 유사하였다. 그러므로 품종간 차이도 분명한 것으로 생각되었다.

Na 함량은 1번차에서 400~600mg/kg, 2번과 3번차 100~300mg/kg 내외를 나타내어 1번차에서 가장 높게 나타났고, 3번차, 2번차 순이었다(Fig. 19). 품종 및 생육단계 간에는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 이는 Ko 등(2010)이 제주지역 녹차의 무기성분 분포특성에서 첫물차의 Na 함량 315.33~370.69mg/kg라는 보고와는 달리 1번차는 약간 높았고, 2번차와 3번차에서 낮은 경향을 보였다. 그러나, 채소와 과일에서도 계절에 따른 Na 함량의 변화가 있는 것(Kim 등, 2007)을 볼 때 수확기에 따른 Na 함량의 변화는 차나무의 고유 특성으로 생각되었다.

한편, 차나무 생육기간 동안 시험포장 토양의 이화학적 특성은 Table 2에 나타내었다. 시험포장은 농암갈색 화산회 토양으로 토양산도는 5.01~5.28범위였고, 총질소 함량은 0.23~0.35%로 연중 일정한 수준을 유지하였다. 양이온 치환용량인 K, Ca, Mg 및 Na 등에서도 큰 변화는 없었고, EC가 7월 이후 약간 높아지는 경향이었으며, 기타 미량원소인 Cu, Zn 및 Mn 함량도 큰 변화가 없이 일정하였다. 유기물 함량(g/kg)은 4월, 9월과 10월에 450~500g/kg으로 조금 높은 경향이었으나, 5월부터 8월까지 320~380g/kg수준으로 일정하게 유지되었다. 그러므로 이들 토양특성이 신초 무기성분에 미치는 영향은 적은 것으로 생각되며, 품종, 생육단계 및 수확기에 따른 차이는 환경요인과 반응하여 나타나는 특성으로 판단되었다.

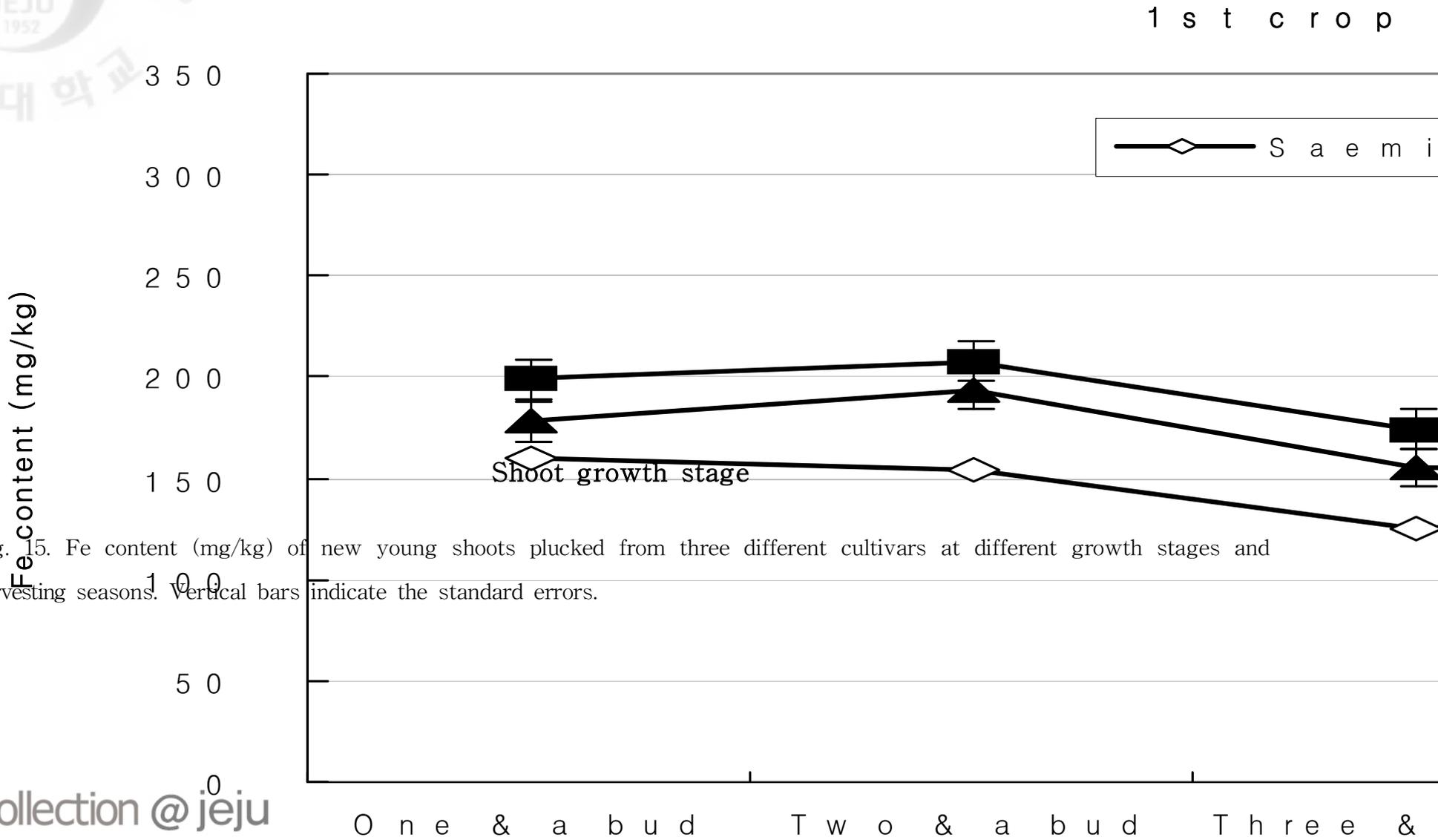


Fig. 15. Fe content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

Cu content (mg/kg)

5 0
 4 5
 4 0
 3 5
 3 0
 2 5
 2 0
 1 5
 1 0
 5
 0

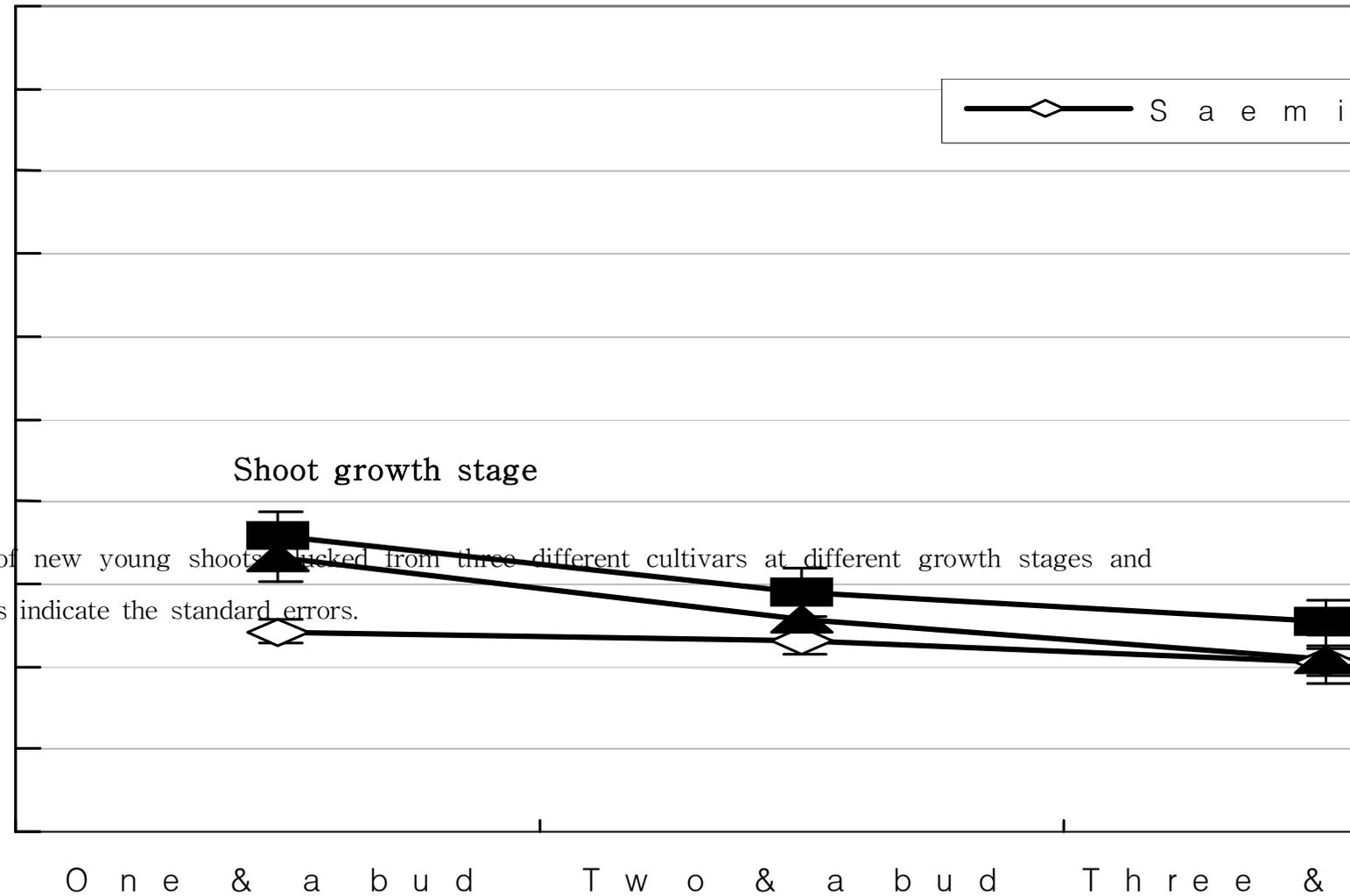


Fig. 16 Cu content (mg/kg) of new young shoots picked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

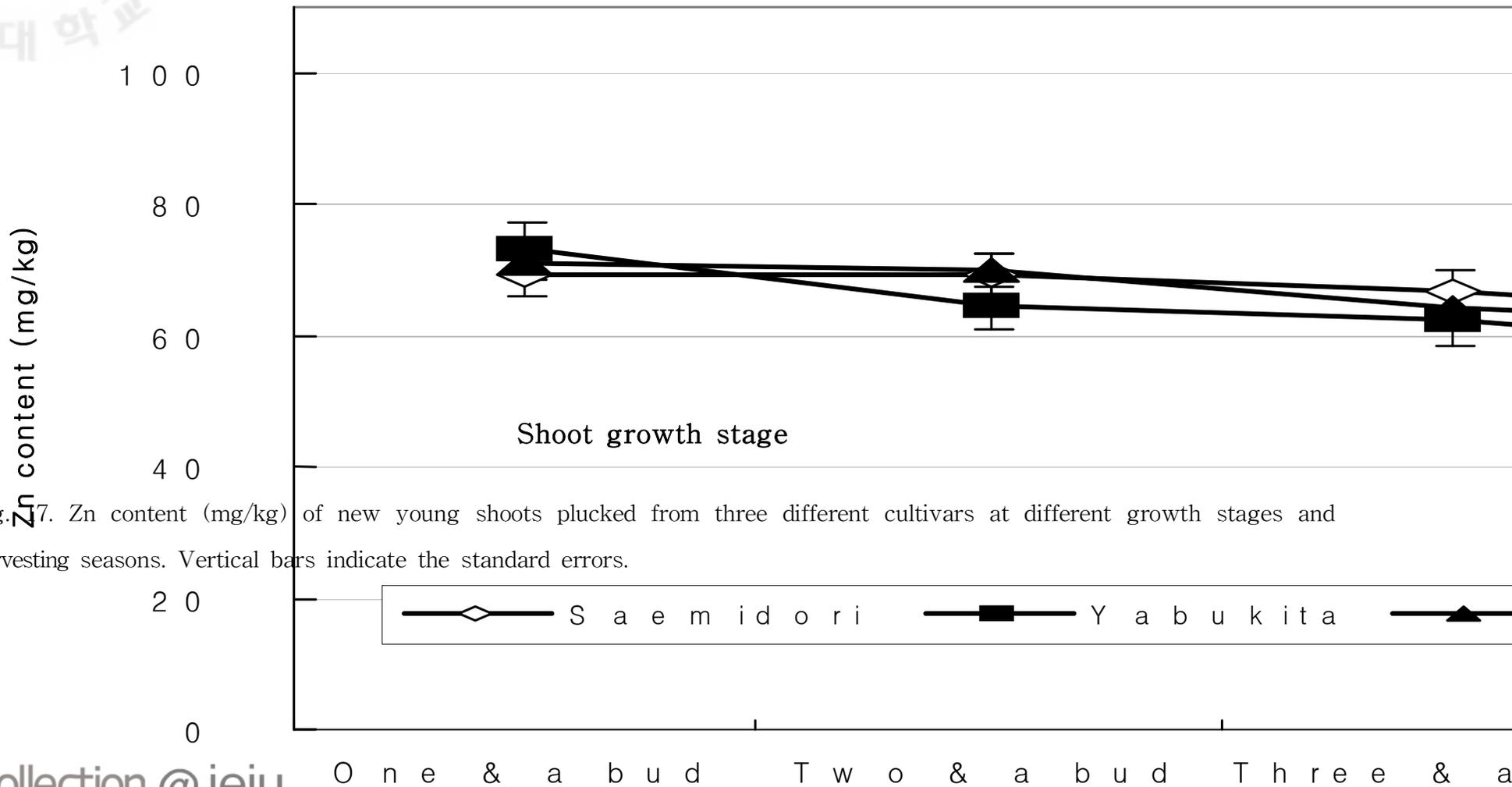


Fig. 7. Zn content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

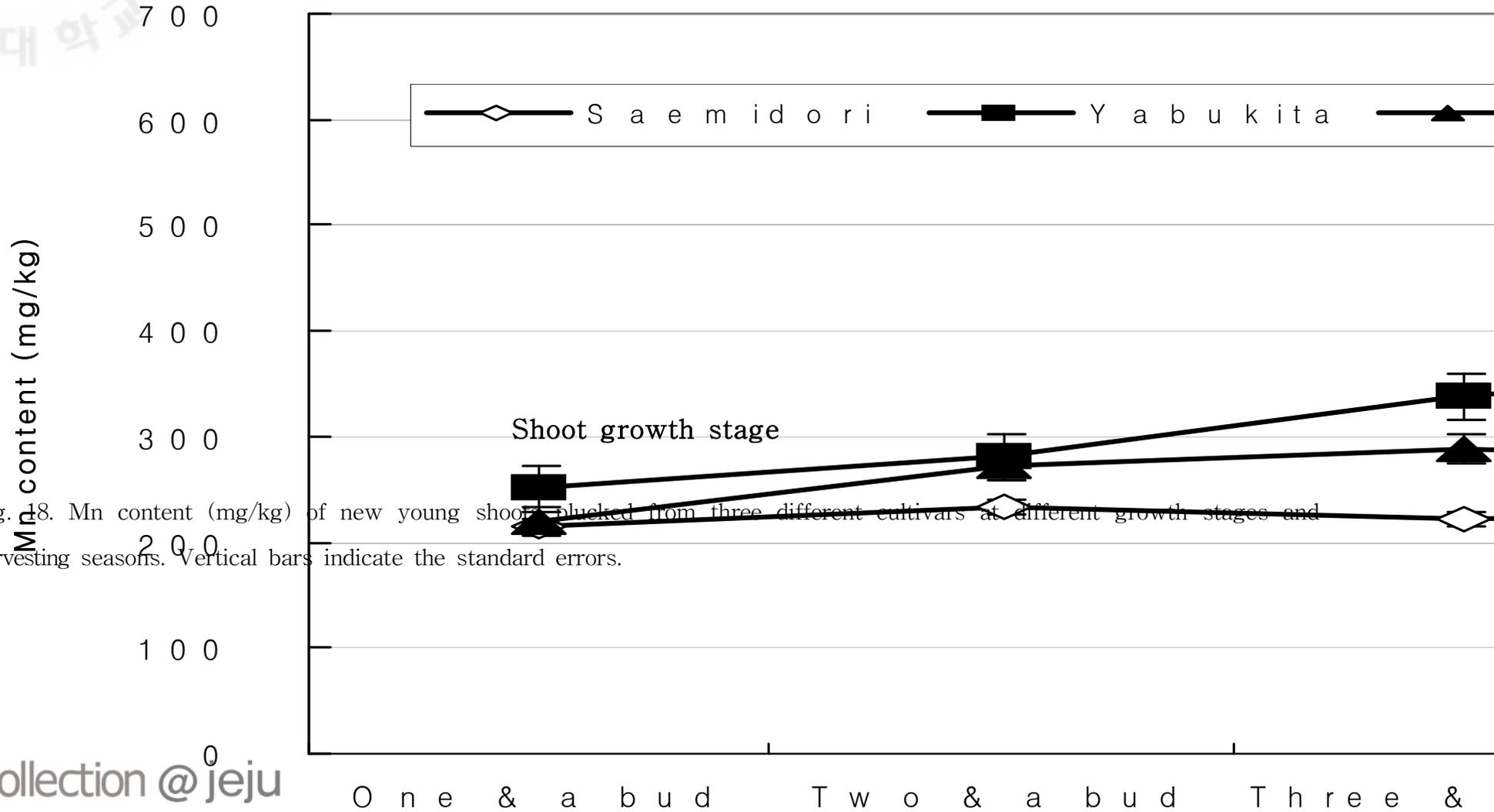


Fig. 18. Mn content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c o r p

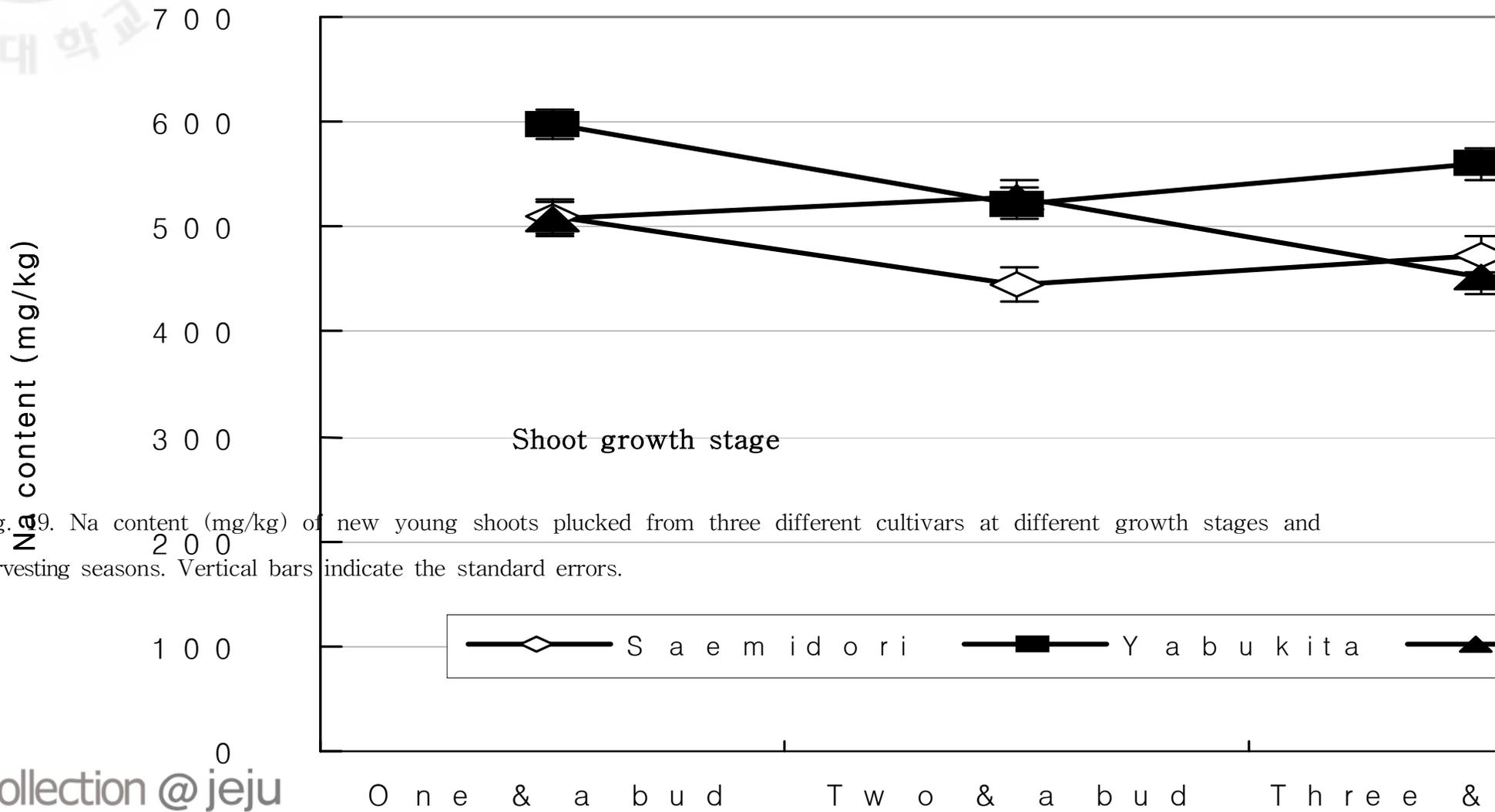


Fig. 9. Na content (mg/kg) of new young shoots plucked from three different cultivars at different growth stages and harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

Table 2. Soil chemical characteristics of tea plantation in the year of 2011.

Month	pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	EC (dS/m)	T-N (%)	Ex - cmol ⁺ /kg				Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
					K	Ca	Mg	Na			
Apr.	5.28	450	0.095	0.35	1.55	1.87	1.09	0.13	1.67	0.38	21.8
May	5.13	364	0.097	0.27	1.66	2.23	1.24	0.15	1.63	0.34	17.9
June	5.01	362	0.094	0.25	1.47	1.98	1.18	0.12	1.52	0.39	11.3
July	5.01	388	0.141	0.23	1.39	1.99	1.13	0.12	1.51	0.46	12.3
Aug.	5.10	326	0.139	0.24	1.21	1.86	1.09	0.13	2.36	0.51	10.9
Sep.	5.09	486	0.140	0.32	1.28	1.83	1.01	0.11	1.46	0.83	11.6
Oct.	5.08	503	0.141	0.29	1.17	1.81	1.07	0.12	1.28	0.71	10.6

2. 생육단계별 신초의 연차적 품질특성 변화

제주지역 환경조건에서 수확기와 생육단계에 따른 차나무의 연차적 품질특성 변화를 분석하고자, 제주지역에서 가장 많이 재배되는 야부기다 품종을 공시하여 2009년부터 2011년까지 3개년 동안 품질특성을 분석하였다.

총 유리 아미노산 함량의 변화는 Fig. 20에 나타낸 바와 같다. 총 유리 아미노산 함량은 3개년 모든 연도에서 1번차가 가장 높게 나타났고, 다음으로 4번차였으며, 2번차와 3번차는 비슷하였다. 연차간 변이는 1번차에서는 2011년도가 2010년보다 0.5%정도 높은 경향을 보였고, 2번차에서는 2011년차에 2.2~4.2%로 2010년 1.0~2.8%보다 월등히 높게 나타났다. 3번차와 4번차에서는 연차간에 뚜렷한 차이가 없었다. 이는 차나무 생육기에 환경적 영향이 연차간에 달라지기 때문일 것으로 생각된다. 생육단계에 따라서는 모두 공히 1심 1엽에서 높았고, 1심 5엽으로 진행됨에 됨에 따라 급격히 낮아졌으며 1번차와 2번차에서 심하게 나타났고, 3번차와 4번차에서는 완만하게 낮아지는 경향을 나타냈다.

야부기다 품종의 연차적 총 유리 아미노산 특성에 대해서는 알려지지 않았다. Tanaka 등(1989)은 야부기다 품종의 1번차에서 총 유리아미노산 함량이 엽위에 따라 감소한다고 하였는데 본 연구결과와 유사하였다. 또한 Saba와 Takyuu (1998)는 야부기다 품종에서 2번차의 아미노산 함량은 3번차보다 적거나 비슷하다고 하였는데 2011년도를 제외한 나머지 연도에서는 유사한 경향을 보였다. 그러나, 1번차에서 3년간 총 유리 아미노산 함량이 4.0~5.0%인 본 연구 결과는, Ikeda 등(1993, 2006)이 첫물차의 총 유리 아미노산 함량이 품종에 따라 1.47 ~ 5.07%의 범위로 차이가 크다고 보고한 것과는 상이하였다.

연차별 수확기 및 생육단계에 따른 테아닌 함량의 변화는 Fig. 21와 같다. 모든 연도에서 테아닌 함량은 총 유리 아미노산과 유사한 변화 양상을 보였다. 1번차에서 가장 높았고, 4번차가 그 다음으로 높았으며, 2번차와 3번차에서는 비슷하게 낮았다. 2번차와 3번차 간의 함량 차이는 적었으나, 1번차와 2~3번차와는 1.0% 내외의 차이가 있었고, 4번차와는 0.5% 정도의 차이가 있었다. 생육단계에 따라서는 채엽이 늦어질수록 점진적으로 감소하는 경향을 나타냈으나, 감소 정도

에 있어서는 수확기 간에 차이가 있었다. 연차간에는 2번차에서 2011년도가 가장 높았으나, 2010년도에는 2번차와 3번차 모두에서 가장 낮게 나타났다.

데아닌 함량은 차엽의 아미노산중에서 가장 많아 50~60% 정도를 차지하는 성분(Chaturvedula와 Prakash, 2011)으로 성분량이 높을수록 고급차로 인식되고 있는데, 이것은 데아닌이 차 특유의 감칠맛과 단맛을 내는 작용을 하기 때문이다. Lee 등(2004)에 의하면 하우스 재배에서 데아닌 함량은 0.83~2.31% 범위인데, 첫물차 1.64%, 두물차 1.40%, 세물차 1.29%로 감소하였고, Park 등(2008)에 의하면 육지부 재래종에서 데아닌 함량이 2번 수확기가 3번 수확기보다 약간 높게 나타났다고 보고하였는데, 본 연구에서 1·번차는 유사한 경향을 보였으나, 2번차와 3번차 간에는 비슷하게 나타나 약간 다른 경향을 보였다. 이는 데아닌 성분이 뿌리에서 합성되어 줄기를 거쳐 새눈, 새잎으로 이행하고, 잎에서는 강한 광선에 의하여 산화되어 카테킨을 변화한다는 보고(Muramatsu, 1995)와 같이 찻잎의 품종과 재배 환경적 조건에 따라서 다소 달라질 수 있는 것으로 생각되었다.

연차별 수확기 및 생육단계에 따른 총 카테킨 함량의 변화를 Fig. 22에 나타내었다. 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산 함량과 같이 연차간에 구분없이 3개년 동안 생육단계가 진행되어 채엽이 늦어질수록 감소하는 경향이였다. 그러나 수확기 간에는 총 유리 아미노산과는 달리 2번차에서 가장 높았고, 1번차와 4번차에서 가장 낮은 경향을 보였고, 연차간에는 2010년이 2011년도 보다 대체적으로 높아 온도와 중요하게 관계되는 것으로 판단된다.

카테킨은 모든 차나무에 부위마다 존재하나 새눈과 잎에 12~18%정도 함유하는 것으로 알려져 있는데, Park 등(1997)의 수확기별 2번차 9.12~13.36%, 3번차 9.07~13.90%, 1번차 8.41~12.02%의 경향과는 유사하였다. 그러나 Lee 등(2004)이 품종 및 수확기별 함량에서 10.33%~13.85% 범위로 1번차 11.57%, 2번차 12.59%, 3번차 12.90%로 시기별로 갈수록 증가한다고 한 보고와 Muramas(1994)와 Kim(1996) 등이 카테킨 함량은 온도가 상승하고 햇빛이 강할 때 합성이 촉진되어 계절적으로는 8월경에 가장 많았다는 보고와 비교할 때 약간 상이한 결과로, 이는 지리 환경적 특성과 품종 그리고, 당해 연도 기상 및 재배환경에 영향을 받는 것으로 생각되었다.

신초내 카테킨 종류별 함량은 Table 3과 같다. 연차간 변이에서도 신초의 함량면에 있어서 (-) epigallocatechin gallate (EGCG), (-) epicatechin gallate (ECG), (-) epicatechin (EC)의 순으로 높게 나타났다. 수확기에 있어서는 EC의 함량은 수확기 간에는 2번차와 3번차가 높았고, 4번차가 가장 낮은 경향을 보였다. 연차간에는 2009년도 1번차에서 가장 높았을 뿐 나머지 연차간에는 큰 차이를 보이지 않았으며, 생육단계별에서도 뚜렷한 차이가 없었다. EGC의 함량은 수확기 간에는 2009년도 1번차가 가장 적고 3번차가 가장 높았으며, 2010년도에는 2번차와 4번차가 높은 경향을 보였으며, 2011년도에는 4번차가 1.29~2.49%로 가장 낮았다. 연차간 변이는 2011년도가 1번차, 2번차, 3번차에서 모두에서 가장 높은 반면, 4번차에서는 가장 낮은 경향을 보였다. 생육단계별에서는 1심 1엽에서 1심 5엽으로 생육이 진행되면서 낮아지는 경향을 보였다. EGCG의 함량은 개별 카테킨 종류에서 가장 많은 함량을 나타냈고, 연차간에는 함량변화가 큰 차이가 없었으나, 수확기 간에는 1번차가 대체로 낮은 반면 2번차 높은 경향을 보였다. 생육단계별에서는 모두 연차 및 수확기에서 1번차에서 가장 높았고, 1심 5엽으로 생육이 진행되면서 뚜렷이 낮아지는 경향을 보였다.

찾아에는 이성질체를 포함하여 8종류의 카테킨 화합물이 있는데, 그중 주요 화합물은 EC, ECG, EGCG, EC 4종류를 들 수 있는데, 카테킨 종류별로는 Lee 등(2004)이 첫물차 EC(0.68%) < ECG(0.94%) < EGC(2.0%) < EGCG(3.07%) 순으로 함량 변화가 있었다는 보고, 야부기다(Iwasa, 1977)와 국내 재래종(Park 등, 2008)에서 카테킨의 성분별 함량이 EGCG > EGC > ECG > EC의 순으로 높다는 보고와는 유사한 결과를 보였다. 또한 수확기에 따라서는 Park 등(2008)이 국내 재래종의 경우 1번차에서 가장 낮았고 2번차, 3번차 순으로 높게 나타났다는 보고와는 유사하였으나, Lee 등(2004)이 보고한 EGCG 함량이 1.50%~15.16%로 첫물차 3.07%, 두물차 7.59%, 세물차 13.53%로 채엽시기가 늦어질수록 현저히 증가하였다는 것과는 다소 상이하여 품종과 환경의 요인들이 복합적으로 작용하는 것으로 생각되었다.

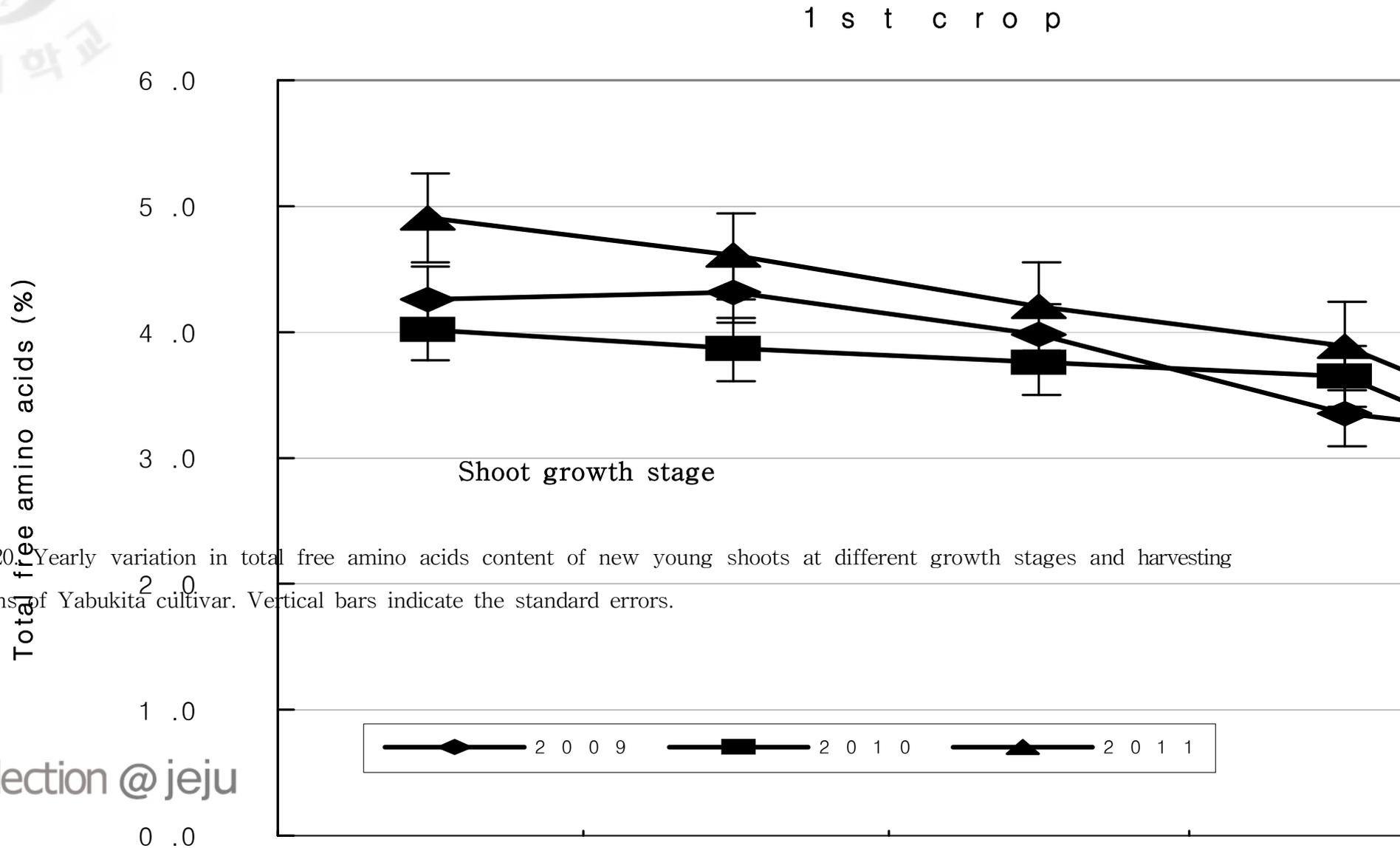


Fig. 20. Yearly variation in total free amino acids content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita² cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

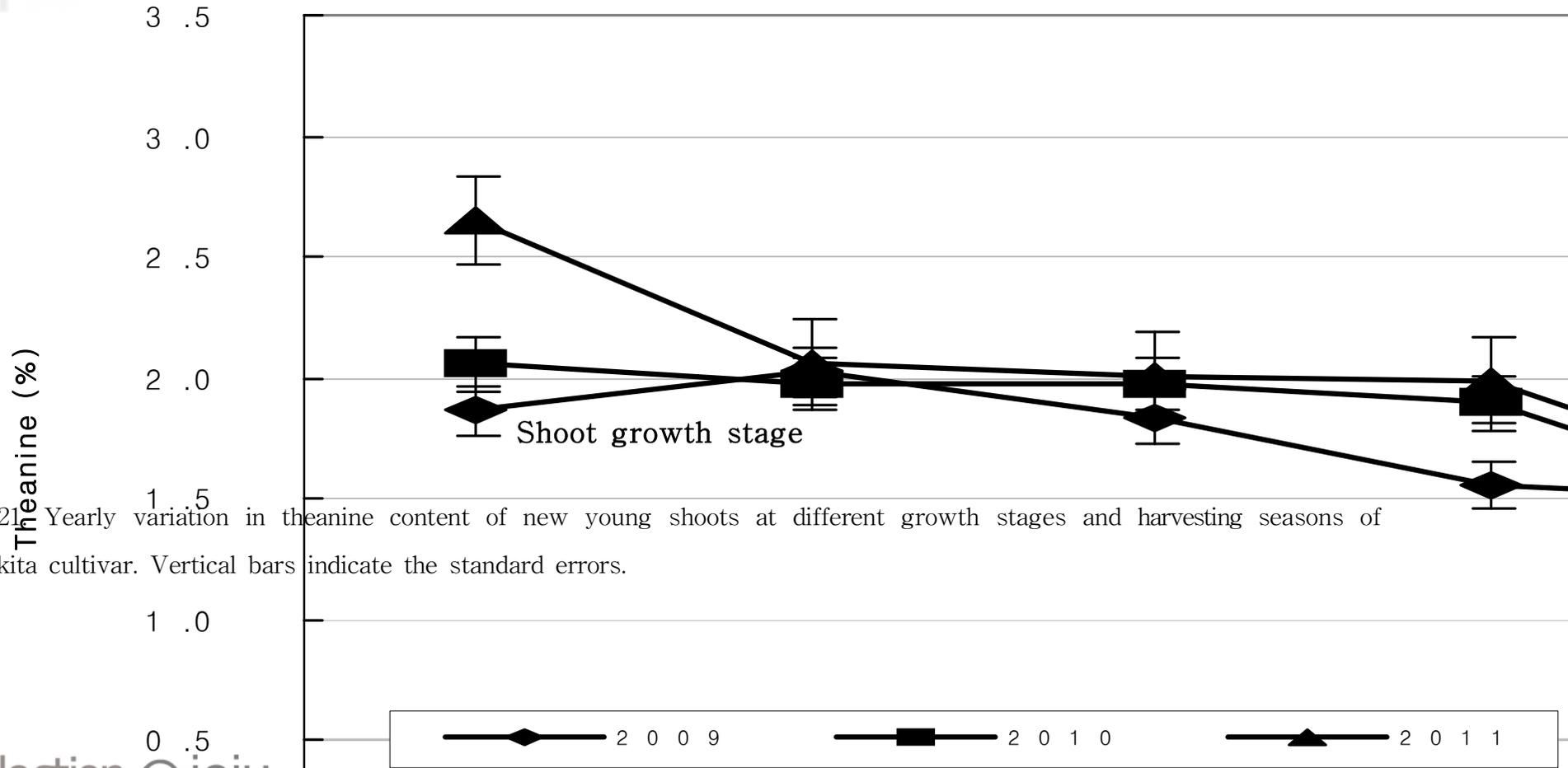


Fig. 21 Yearly variation in theanine content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

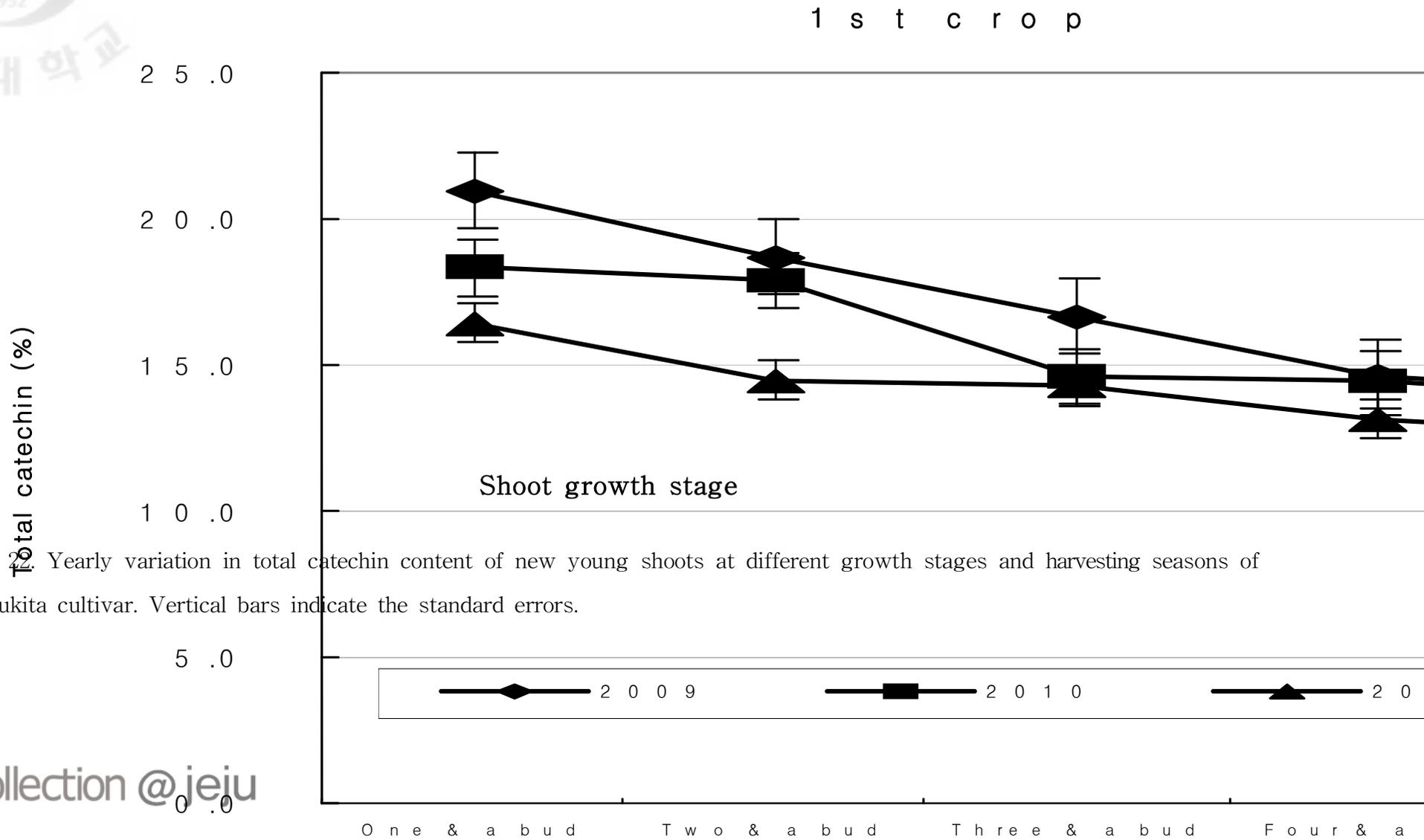


Fig. 2. Yearly variation in total catechin content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

Table 3. Yearly variation in EC, ECG and EGCG content (%) of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar.

Year	Growth stages	EC				ECG				EGCG			
		1st crop	2nd crop	3rd crop	4th crop	1st crop	2nd crop	3rd crop	4th crop	1st crop	2nd crop	3rd crop	4th crop
2009	One & a bud	1.56 b ^Z	1.73 a	1.33 a	-	1.67 b ^Z	3.08 a	3.07 a	-	13.1 a ^Z	12.6 a	12.0 a	-
	Two & a bud	1.77 a	1.61 ab	1.06 ab	-	1.58 b	2.85 a	3.25 a	-	11.5 b	11.6 b	11.9 a	-
	Three & a bud	1.86 a	1.54 b	0.95 bc	-	1.45 b	2.65 a	3.08 a	-	9.8 c	10.1 c	10.6 b	-
	Four & a bud	1.82 a	1.55 b	0.71 c	-	2.14 a	2.88 a	2.95 a	-	7.9 d	7.2 d	9.4 c	-
	Five & a bud	1.80 a	1.72 a	0.89 bc	-	2.16 a	2.79 a	2.57 a	-	7.2 e	7.8 e	7.9 d	-
2010	One & a bud	0.36 c	1.18 c	1.56 b	0.66 b	3.28 a	3.90 a	3.55 a	1.51 c	11.6 a	13.4 a	12.5 a	12.0 a
	Two & a bud	0.42 c	1.36 b	1.32 c	0.76 a	3.29 a	3.53 b	3.46 a	1.52 c	11.4 a	11.9 b	11.8 b	11.8 b
	Three & a bud	1.16 a	1.67 a	1.80 a	0.83 a	2.16 c	2.74 d	2.46 b	1.29 d	8.9 b	10.1 c	11.5 b	10.7 c
	Four & a bud	0.84 b	1.21 c	1.52 b	0.39 c	2.56 b	2.95 c	2.52 b	1.79 b	9.2 b	9.7 c	10.9 c	9.5 d
	Five & a bud	0.69 b	1.08 d	1.80 a	0.58 b	2.50 b	2.93 c	2.26 c	2.49 a	7.8 c	8.5 d	8.4 d	7.3 e
2011	One & a bud	0.59 c	1.32 c	1.47 c	0.91 a	2.86 b	3.49 b	2.89 a	3.28 c	10.5 b	12.9 a	11.7 a	11.1 a
	Two & a bud	0.86 b	1.12 d	1.58 b	0.72 b	2.44 c	3.76 a	2.73 b	3.32 c	11.7 a	12.8 a	11.4 a	11.1 a
	Three & a bud	0.98 b	1.47 b	1.73 a	0.18 d	2.28 c	3.00 c	2.27 c	3.98 b	10.0 c	10.9 b	10.1 b	10.5 b
	Four & a bud	0.15 d	1.58 b	1.69 a	0.34 c	3.37 a	2.15 d	2.16 c	4.17 a	10.7 b	8.5 c	9.1 c	10.5 b
	Five & a bud	1.25 a	2.38 a	1.58 b	0.62 b	2.03 d	1.80 e	1.99 d	2.26 d	8.0 d	7.1 d	8.3 d	9.2 c

^Z Duncan's multiple range test at 5% level.

야부기다 품종의 연차별 수확기 및 생육단계에 따른 카페인 함량의 변화를 Fig. 23에 나타내었다. 카페인 함량은 1번차는 2009년도가 가장 낮았고, 2011년에 가장 높은 경향을 보였으며, 2번차에서도 비슷하였으나, 3번차와 4번차에서는 연차간 차이가 뚜렷하지 않았다. 생육단계별 카페인 함량은 총 유리 아미노산과 총 카테킨 함량 변화와 같이 1심 1엽에서 가장 높았고, 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 낮아지는 경향을 보였다.

이는 국내 재래종(Park 등, 2008)과 야부기다 품종(Anan 등, 1991)에서 채엽단계에 따라서 감소하고 수확기 간에는 차이가 없다는 보고와 비교해 볼 때 유사하였다. 그러나 Ikeda 등(2006)은 야부기다 품종 및 여러 품종을 혼합한 연차간 변이가 0.5% 이내로 보고한 것과는 차이가 있었다. 그러므로 연차간 변이에 대해서는 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 생각되었다.

차의 기능성 성분중 가장 많은 탄닌 함량의 연차 및 수확기 간의 변화 양상은 Fig. 24에 나타내었다. 생육단계별 탄닌의 함량변화는 생육이 진행될수록 함량은 감소하는 경향이 뚜렷하였고, 연차간에는 2009년도 1번차에서 15~18%로 낮았던 경우를 제외하고는 큰 차이가 없이 비슷한 경향을 보였다. 연차간에는 4번차에서 약간 낮은 반면, 나머지 수확기 간에는 비슷한 양상을 보였다. Ikeda 등(2006)에 따르면 야부기다 품종의 탄닌 함량은 14~15% 내외로 연차간 변이는 1% 내외로 적은 편이나, 구로다와세 품종에서는 연차간 변이가 5% 내외로 큰 편으로 품종간 반응이 다를 수 있음을 보고하였다. 그러므로 동일 품종의 경우에도 지역에 따라서는 함량과 연차간 변이의 반응이 달라질 수 있는 것으로 생각되었다.

비타민 C 함량의 연차별 수확기 및 채엽 단계간 변화는 Fig. 25에서 보는 바와 같다. 연차간에는 2009년도에 1번차에서 310~380mg/kg으로 약간 낮은 반면 나머지 수확기에서는 차이가 적었으며, 수확기 간에는 1번차와 4번차에서 약간 높은 경향을 보였고, 생육단계에서는 생육이 진전되면서 큰 변화가 없거나 미미하게 높아지는 경향을 보였다. 비타민 C 함량의 연차간 변이는 미미한 것으로 알려져 있는데(Ikeda 등, 2006), 본 연구결과도 유사하였다.

Caffeine (%)

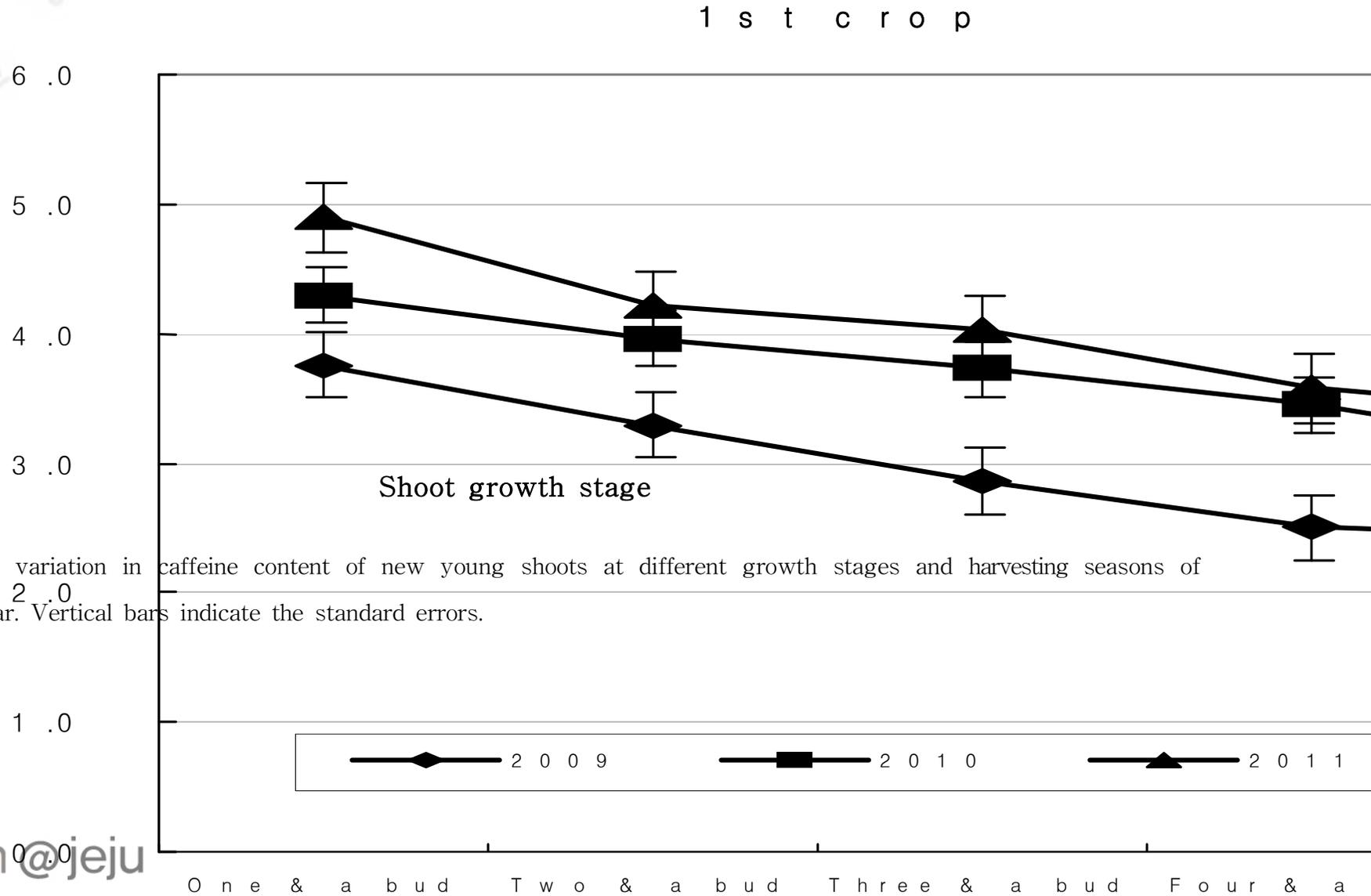


Fig. 23. Yearly variation in caffeine content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

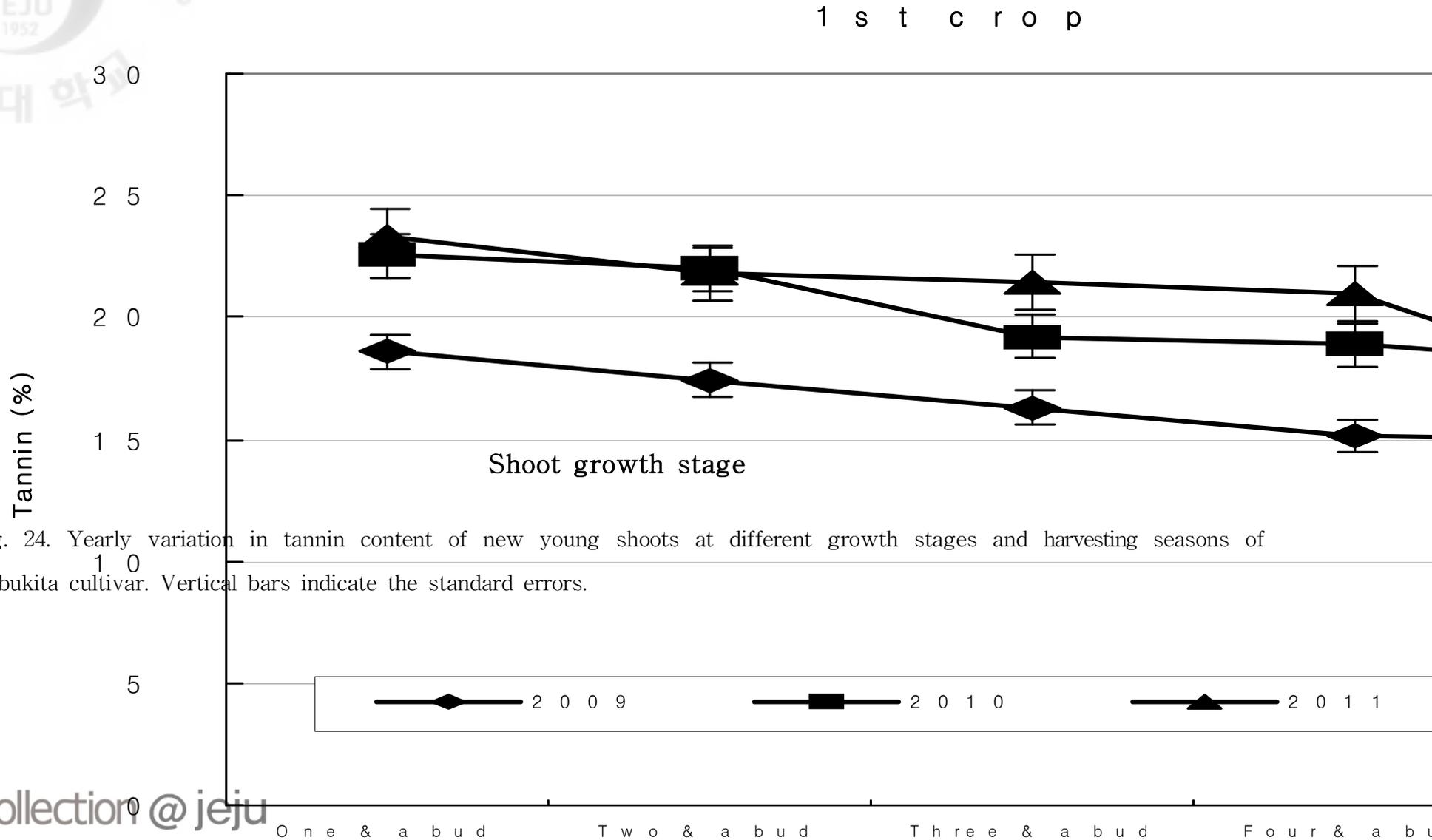


Fig. 24. Yearly variation in tannin content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

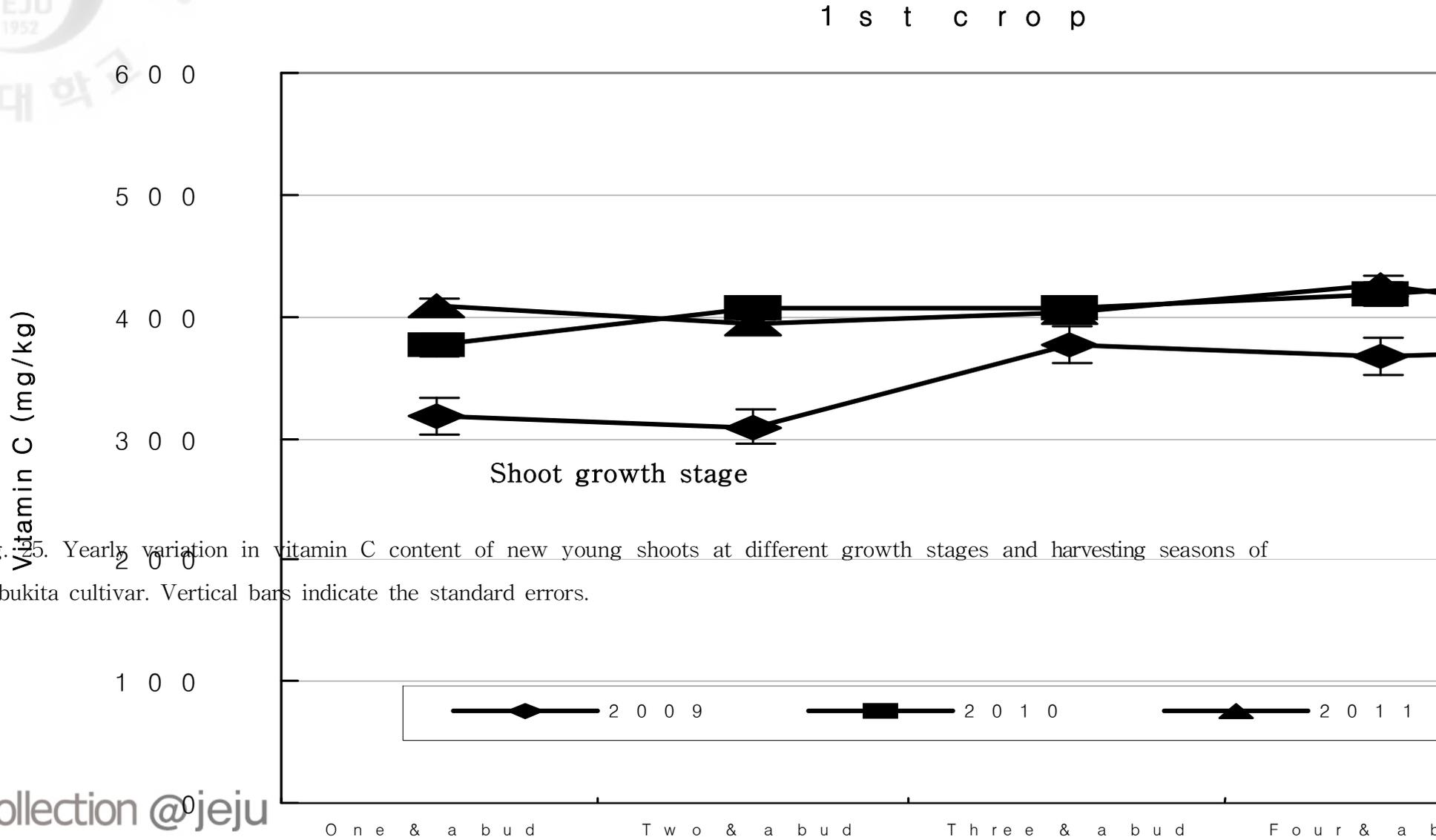


Fig. 15. Yearly variation in vitamin C content of new young shoots at different growth stages and harvesting seasons of Yabukita cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

연차별 수확기 및 생육단계에 따른 조섬유 함량 변화는 Fig. 26에 나타났다. 생육단계에서는 생육이 진전됨에 따라 앞의 다른 성분과는 달리 뚜렷이 높아졌으며, 수확기 및 연차간 변화는 거의 없는 편이었다. 수확기에 따라 함량의 차이가 없는 것은 이전 보고(Tanaka 등, 1989)와 유사하였으나, 연차간 변이는 지금까지 보고된 바 없어 보다 상세한 연구가 필요한 것으로 생각되었다.

시험기간 동안 제주시 애월읍 봉성리 농산물원종장내 연도별 온도변화는 Fig. 27에 나타났다. 차나무 생육기간의 4월에서 10월까지의 온도변화를 보면, 2010년도 최고온도와 평균온도 및 최저온도 모두 가장 높았고, 2009년과 2011년도는 비슷하였으나, 2011년 1월 중·하순경에는 최저온도가 -3.0°C 로 평년에 비하여 매우 낮은 기상조건을 경과하였다. 일조시간은 Fig. 28에서 보는바와 같이 2009년도가 대체로 많았으며 특히 5월 상순에는 일평균 10.7시간을 많았고, 다음으로 2011년 그리고 2010년이 가장 적었다. 강수량은 Fig. 29에서 보는바와 같이 2009년도에는 생육기간 동안 일정한 강수량을 보였으나, 2010년에는 6월에서 9월까지 집중 강우로 강수량이 많았고, 특히 8월 하순경에는 평균 30.5mm의 강수량을 나타냈다. 2011년도에는 6월에서 8월까지 집중 강우가 있었으며, 6월 하순경에는 평균 28.2mm, 8월 상순 26.6mm의 강수량을 보였으나 다른 달에는 강수량이 평년에 비하여 적었다.

찾잎의 품질특성에 대한 연차적 변이가 기상과의 상관관계는 높으로 것으로 판단되었으나, 본 연구에서 기상과의 관련성에 대한 결과 도출을 하지 못하였다. 따라서, 앞으로 찾잎의 품질특성과 온도, 일조 및 강수량 등 기상과의 상관관계에 대한 보다 세부적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

1 s t c r o p

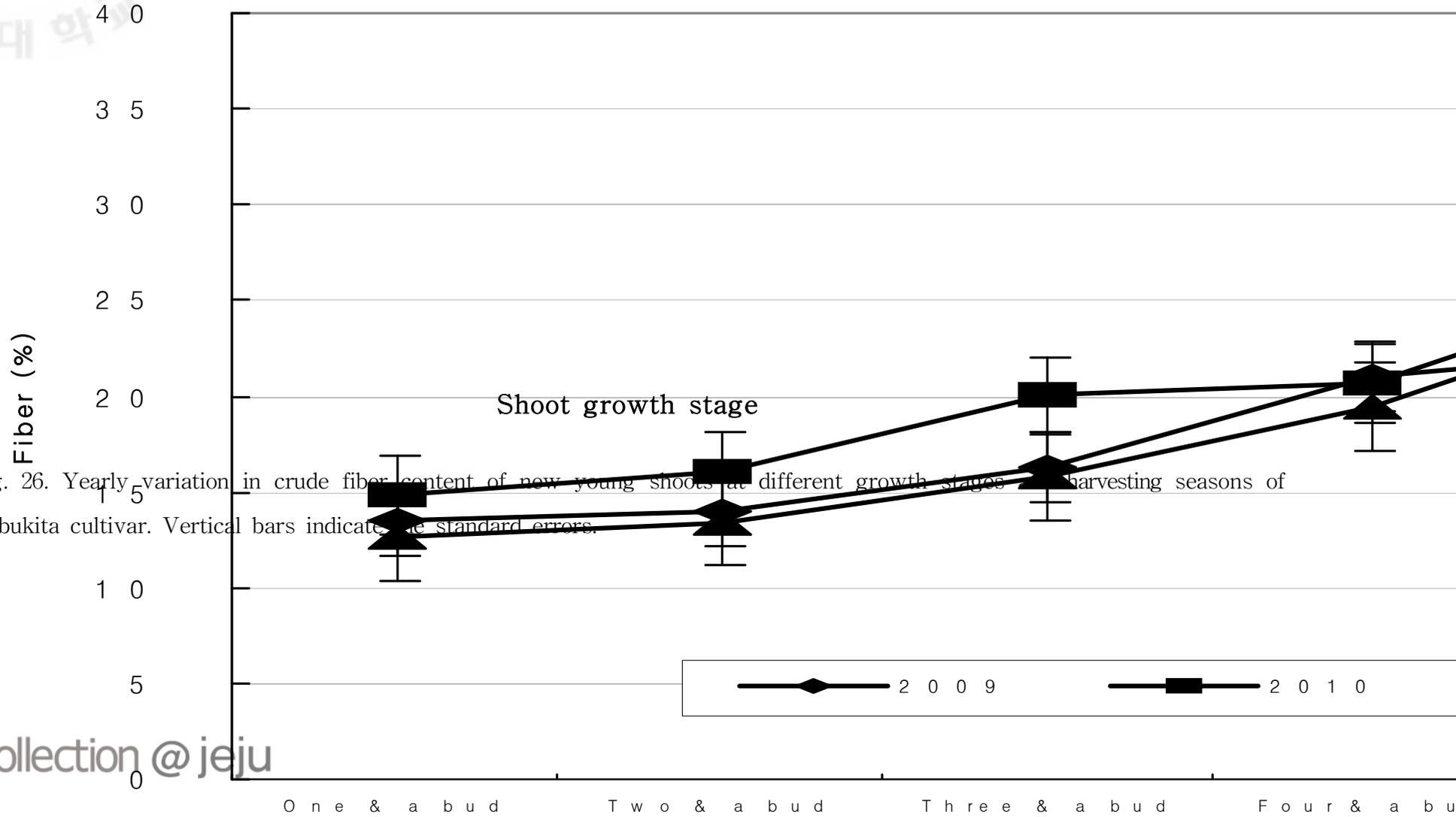


Fig. 26. Yearly variation in crude fiber content of new young shoots at different growth stages during harvesting seasons of Yabukita cultivar. Vertical bars indicate the standard errors.

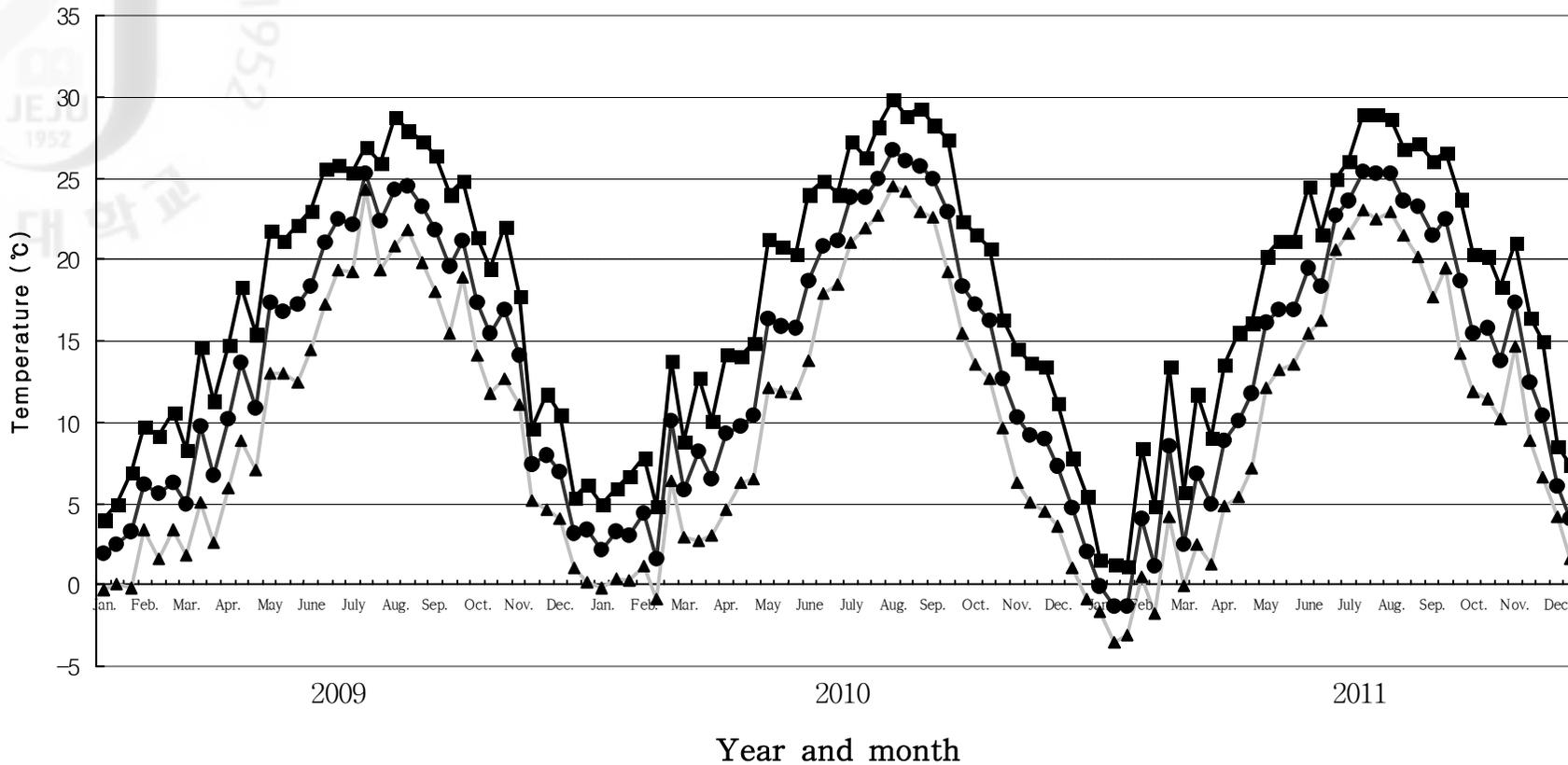
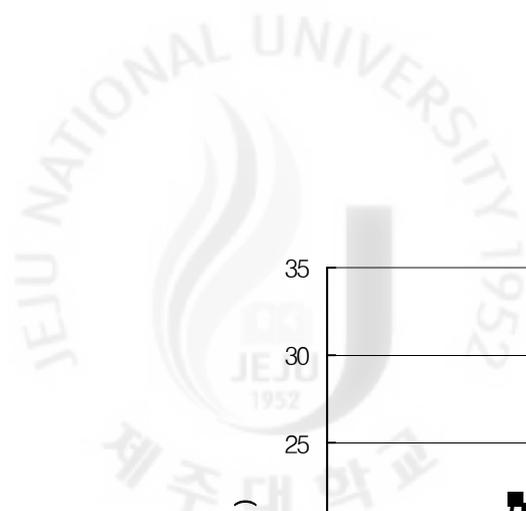


Fig. 27. Average temperature (●), maximum temperature (■) and minimum temperature (▲)(°C) during three years from 2009 to 2011.

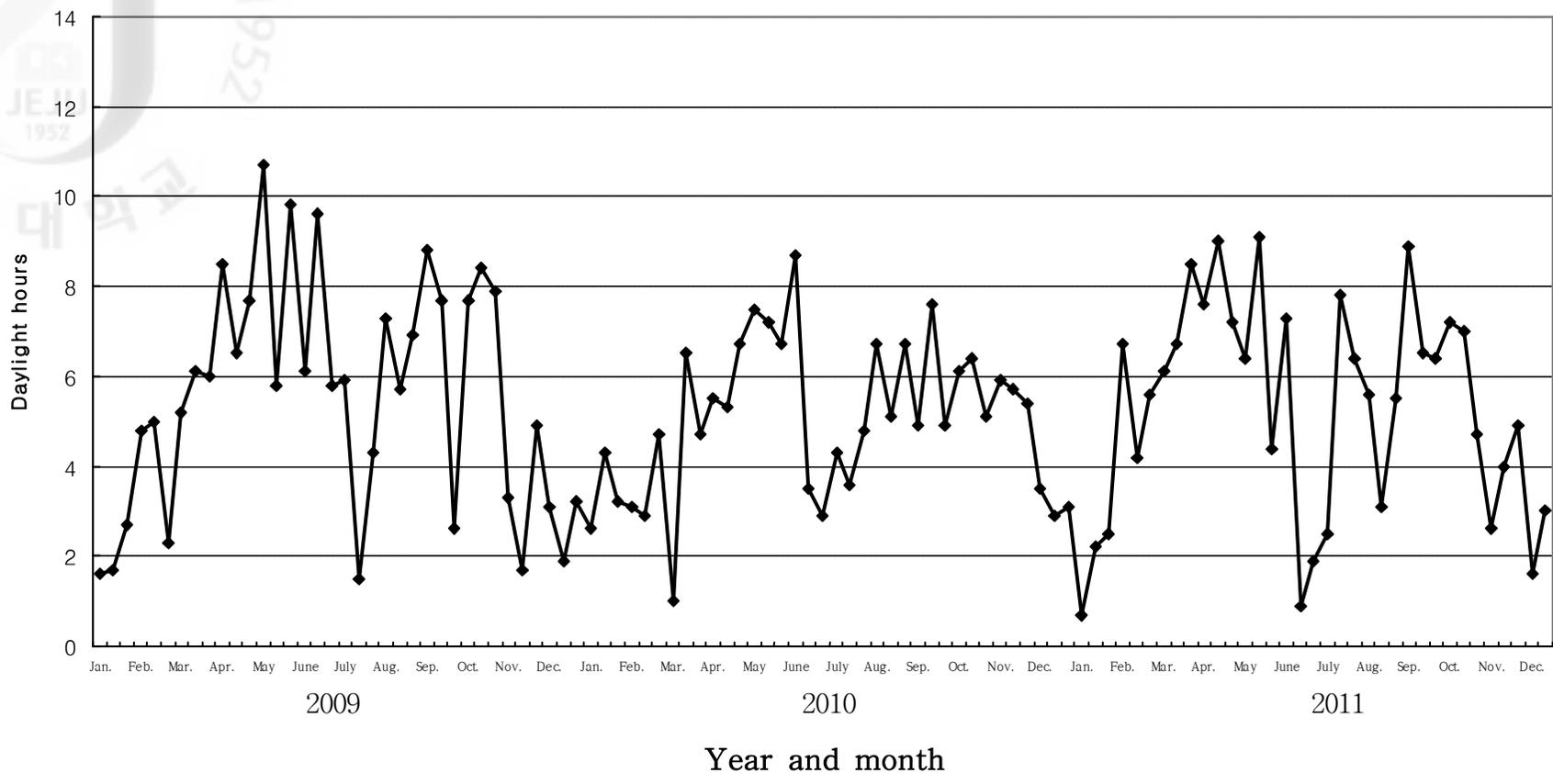
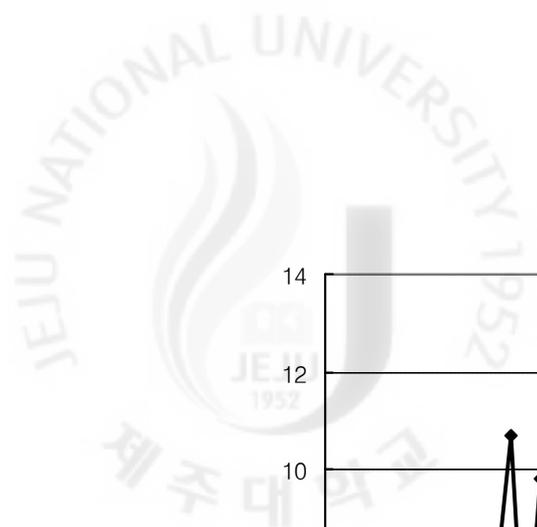


Fig. 28. Daylight hours during three years from 2009 to 2011.

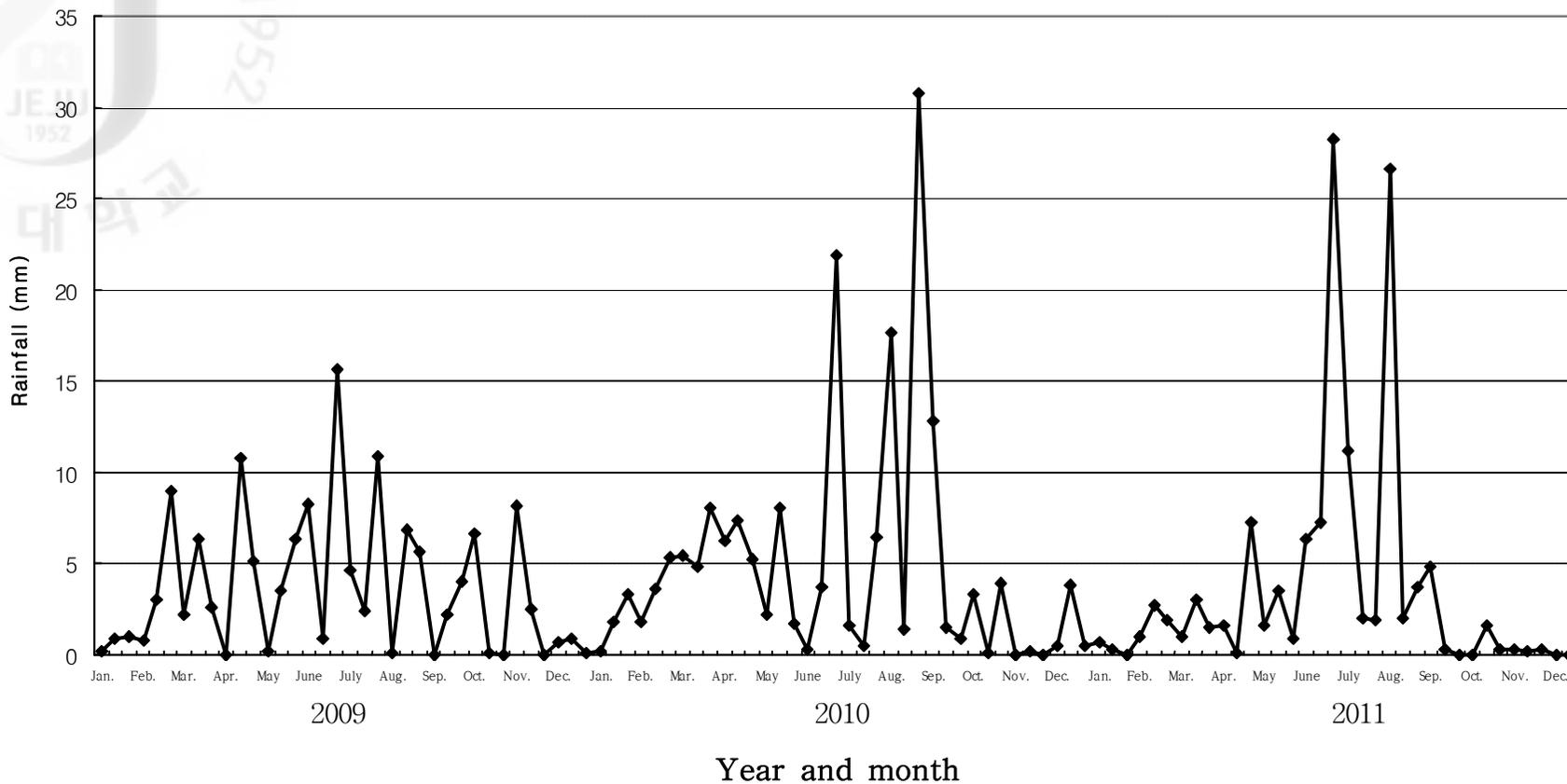


Fig. 29. Rainfall (mm) during three years from 2009 to 2011.

3. 신초 부위에 따른 품질 및 무기성분 특성

1) 신초 부위에 따른 품질특성

제주지역에서 주로 재배되는 품종 중 조생종인 사에미도리, 중생종인 야부기다, 만생종인 후순의 품종을 대상으로 각 수확기에 따른 신초 부위별 총 유리 아미노산 함량의 변화는 Fig. 30에 나타내었다. 총 유리 아미노산 함량은 모든 품종에서 수확기 간에는 1번차가 1.72~5.30% 정도로 가장 높게 나타났고, 2번차 0.17~3.16%와 3번차 0.35~4.14%로 낮은 경향을 나타내었다. 또한 신초의 부위별 함량은 심과 상위 1엽에서 가장 높았고, 하위엽으로 갈수록 낮아지는 경향이었으나, 줄기에서는 4엽과 5엽보다 1%이상 높아 3엽수준의 높은 경향을 보였는데, 이는 줄기 부분도 차로써 활용가치가 있는 것으로 판단되었다.

품종에 따른 부위별 총 유리 아미노산 함량은 품종에 관계없이 비슷한 경향을 보였다. 1번차인 경우 총 유리 아미노산 함량이 심에서 상위 3엽까지 사에미도리 3.66~5.30%, 야부기다 2.72~4.88%, 후순 2.48~4.56%로 높게 나타났으나, 4엽부터는 급격히 감소하였다. 2번차와 3번차에서도 마찬가지로 상위엽에서 높았고 하위엽에서는 급격히 낮아지는 경향이었으나, 줄기는 3엽 부위와 비슷한 함량으로 높은 경향을 보였다.

야부기다 품종의 1번차에서 총 유리 아미노산의 함량이 엽위에 따라 감소하고 (Tanaka 등, 1998), 2번차의 아미노산은 3번차보다 적거나 비슷하다(Saba와 Takyun, 1998)고 알려져 있는데, 본 연구결과는 유사하게 나타났다. 그러나 Ikeda 등(1993, 2006)이 첫물차의 총 유리 아미노산 함량이 품종에 따라 1.47~5.07%의 범위로 차이가 크다고 보고와는 다소 차이가 있었다. 이는 본 연구에 사용한 품종들이 아미노산 함량이 비슷한 계통에 속하기 때문에 Ikeda 등(1993, 2006)의 보고와 달리 품종간 차이가 거의 나타나지 않은 것으로 보아졌다. 그러나 본 연구에 사용한 품종 중에서는 사에미도리 품종이 다른 품종에 비해 1번차에서 총 유리 아미노산 함량이 높은 경향을 나타냈고, 2번차와 3번차에서도 하위엽으로 갈수록 다른 품종보다 높게 유지되기 때문에 품질을 고려한 채엽 위치와 방법을 설정할 때 달리 적용되어야 할 것으로 판단되며, 품질을 고려하면 사에미도리 품종이 유리한 품종으로 판단되었다.

1 s t c r o p

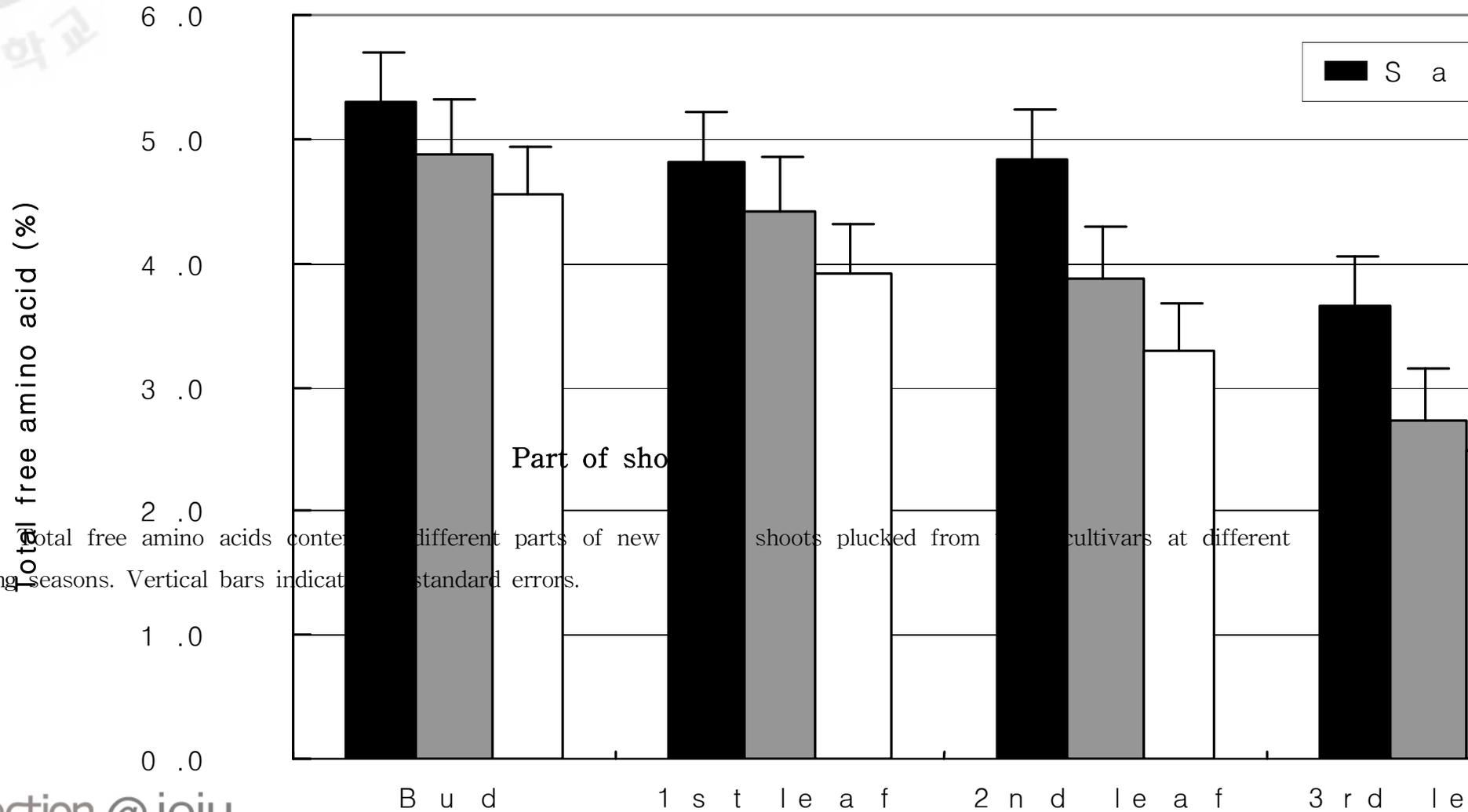


Fig. 30. Total free amino acids content in different parts of new shoots plucked from two cultivars at different harvesting seasons. Vertical bars indicate standard errors.

품종 및 수확기에 따른 신초의 부위별 테아닌 함량의 변화는 Fig. 31과 같다. 공시된 모든 품종에서 테아닌 함량은 총 유리 아미노산과 유사한 변화 양상을 보였다. 1번차에서 테아닌 함량은 0.87~2.59%로 높은 경향이었고, 2번차 0.11~1.59%와 3번차 0.12~1.78%로 그 함량이 1%대로 낮은 경향을 보였으며, 2번차와 3번차 간의 차이는 매우 적었다. 신초의 부위별 테아닌 함량은 상위엽에서 하위엽으로 갈수록 감소하는 경향이 뚜렷하였으며, 수확기 간에 감소폭은 1번차를 제외한 2번차와 3번차에서는 차이가 크지 않았다. 그러나, 품종 간에는 1번차의 경우 사에미도리 품종은 다른 품종에 비하여 하위엽에서 테아닌 함량 변화는 적었으나, 후순과 야부기다 품종은 변화가 심한 편이었다.

야부기다 품종에서 테아닌의 함량이 수확시기가 늦어질수록 점진적으로 감소하였고, 2번차 함량은 1번차의 1/2 수준이라고 알려져 있는데(Tanaka 등, 1989), 본 연구결과와 매우 유사하였다. 그러나 Park 등(2008)이 재래종에서 테아닌의 함량이 2번 수확기가 3번 수확기보다 약간 높게 나타났다는 보고와는 다소 차이가 있었다. 이는 테아닌 등의 아미노산의 경우 차광, 생육기 및 시비수준 등과 같은 환경조건(Ana 등, 1991; Saba 등, 1998)은 물론 품종(Saba 와 등, 1998)에 따라서 그 함량이 달라질 수 있다고 알려져 있는 바, 이와 관계되는 것으로 생각되었다.

품종과 수확기에 따른 신초의 부위별 총 카테킨 함량의 변화를 Fig. 32에 나타내었다 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산과 같이 하위엽으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였지만, 그 정도는 매우 적게 진행되었다. 반면 줄기의 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산이 3엽 수준으로 증가 하였던 것과는 달리 급격히 떨어지는 경향이었고, 수확기 간에는 2번차 > 3번차 > 1번차 순이었으나 2번차와 3번차 간 차이는 적은 편이었다. 품종간 부위별 함량은 사에미도리 품종이 1번차에서 다른 품종과는 달리 뚜렷하게 낮아지는 경향을 보였고, 2번차와 3번차에서도 낮은 경향을 보였다.

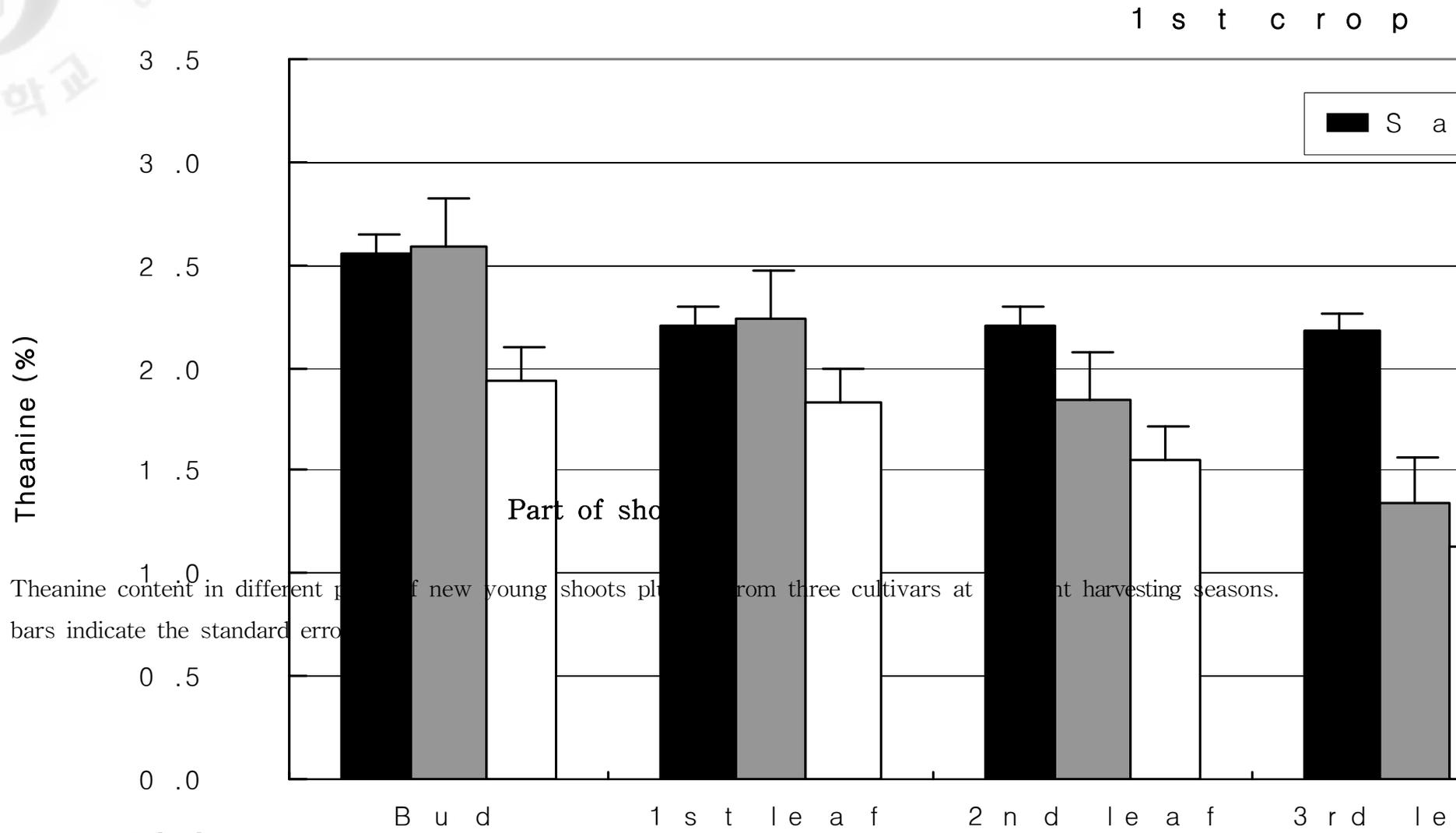


Fig. 31. Theanine content in different parts of new young shoots produced from three cultivars at the 1st harvesting season. Vertical bars indicate the standard error.

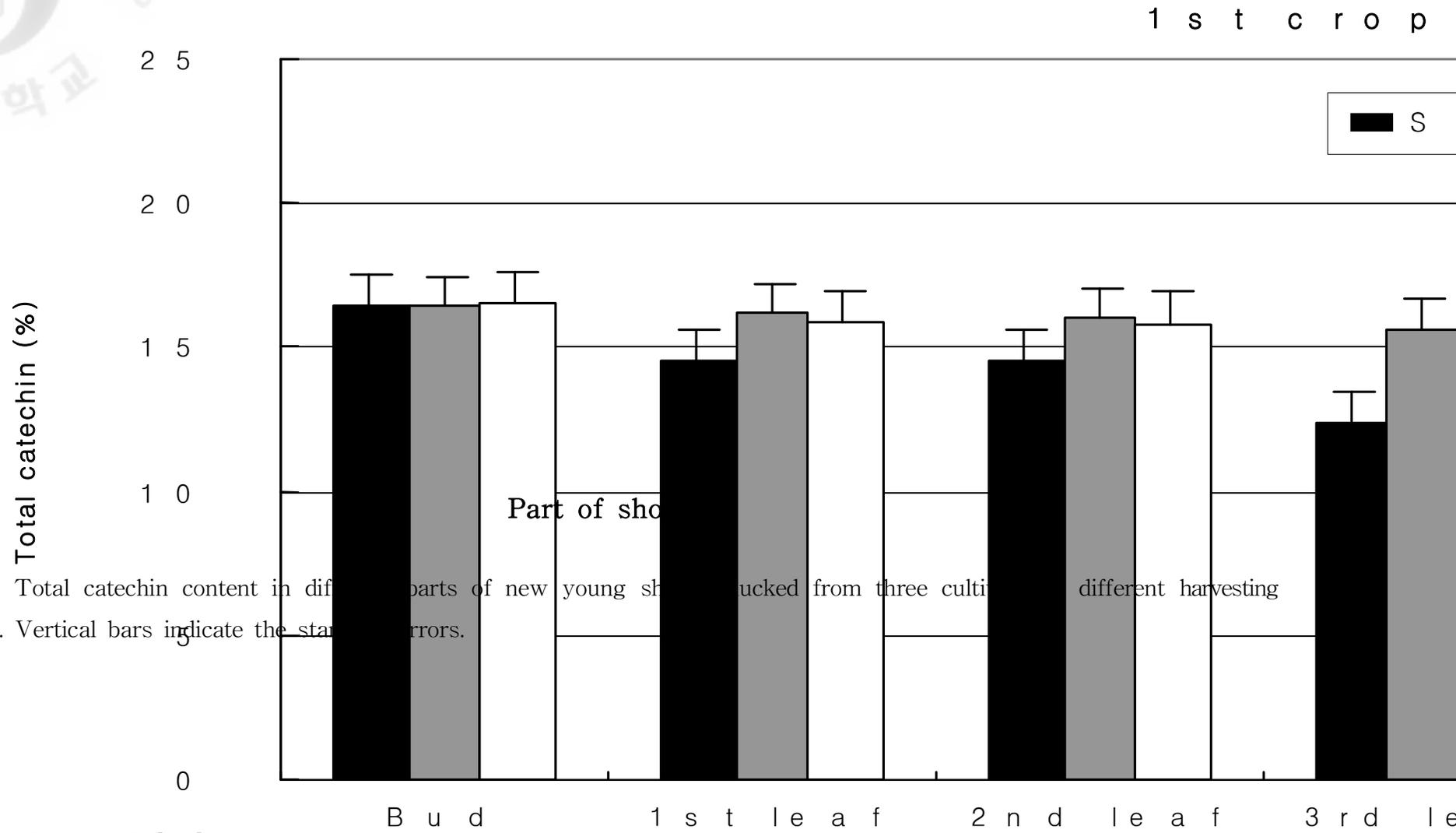


Fig. 32. Total catechin content in different parts of new young shoots harvested from three different harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

신초내 품종 및 수확기에 따른 부위별 카테킨 종류별 함량은 Table 4와 같다. 신초에서 카테킨 함량은 $-(-)$ epigallocatechin gallate (EGCG), $-(-)$ epicatechin gallate (ECG), $-(-)$ epicatechin (EC)의 순이었으며, 수확기 간에 있어서 EGCG와 ECG는 모든 품종에서 2번차 > 3번차 > 1번차 순이었다. 반면 EC는 3번차 > 2번차 > 1번차 순이었는데, 이는 국내 재래종(Park 등, 2008)과 야부기다 품종(Iwasa, 1977)의 성분별 함량이 EGCG, EGC, ECG, EC의 순으로 높다는 보고와 베니후지와 유타카미도리, 야부기다 및 가나야미도리 품종에서 채엽단계에 따라 총 카테킨 함량이 감소한다는 보고(Nesumi 등, 1997)와 매우 유사하였다. 채엽시기에 따라서는 국내 재래종의 경우 1번차에서 가장 낮았고 2번차, 3번차 순으로 높게 나타났으나(Park 등, 2008), 야부기다, 유타카미도리, 사야마가오리 품종 등 일본 육성 품종의 경우는 1번차에서 가장 낮았으나, 2번차와 3번차 간에는 차이가 없다고 보고(Nesumi 등, 1997)된 바 있는데, 본 연구결과는 국내 재래종의 경우와는 달리, 일본 육성 품종에서 나타나는 경향과 일치하였다. 그러나 동일 일본 육성 품종인 야부기다 품종에서도 카테킨 성분별 함량이 EGCG, ECG, EGC, EC의 순으로 높다(Saijo, 1981)는 상이한 보고도 있는 바, 이들 개별 카테킨의 함량에는 품종과 환경의 요인들이 복합적으로 작용하는 것으로 생각되었다. 또한 총 유리 아미노산 및 테아닌 성분과 총 카테킨 성분의 1번차와 2번차 및 3번차 수확기 간에 함량이 상반되게 나타나고 있어, 이는 향후 차의 맛과 기능적인 측면에서 중요하게 고려해야 할 사항으로 보아졌다.

품종과 수확기에 따른 신초의 부위별 카페인 함량의 변화를 Fig. 33에 나타내었다. 부위별 카페인 함량의 특성은 총 유리 아미노산의 특성과 같이 하위엽으로 갈수록 감소하는 경향을 보였으며, 줄기에서는 수확기 간에 3번차 3.52~3.99%, 1번차 3.25~3.58%, 2번차 2.79~3.20% 순이었으며 이는 3엽 수준 정도로 높은 경향을 보였다. 수확기에 따라 품종 간에 약간 차이가 있었는데, 사에미도리 품종이 다른 품종에 비하여 1번차에서 가장 높은 경향이었고, 3번차에서는 가장 낮았고, 2번차에서 다른 품종과 비슷한 경향을 보였다. 반면 야부기다와 후순 품종에서는 모든 수확기에 비슷한 경향을 보였으며, 수확기 간에는 3번차에서 가장 높았고, 1번차와 2번차에서 비슷하게 낮은 함량을 보였다.

Table 4. EC, ECG and EGCG content (%) in different parts of new young shoots plucked from three cultivars at different harvesting seasons.

Cultivar	Parts of new young shoots	EC			ECG			EGCG		
		1st crop	2nd crop	3rd crop	1st crop	2nd crop	3rd crop	1st crop	2nd crop	3rd crop
Saemidori	Bud	0.30 a ^Z	0.34 c	0.60 c	3.20 a	3.80 ab	3.71 b	12.05 a	13.18 a	13.14 a
	1st leaf	0.30 a	0.53 a	0.79 a	2.79 b	3.51 b	3.14 c	9.26 b	12.56 a	12.30 b
	2nd leaf	0.30 a	0.66 ab	0.79 ab	2.79 b	2.86 c	2.93dc	9.26 b	10.63 b	11.34 c
	3rd leaf	0.29 a	0.29 e	0.12 e	2.56 c	4.01 a	4.32 a	8.82 c	9.59 c	10.29 d
	4th leaf	0.22 ab	0.73 a	0.63 bc	2.34 d	2.57 dc	2.85dc	7.86 d	9.49 c	10.22 de
	5th leaf	0.13 b	0.57 bc	0.40 d	2.53 c	2.44 d	2.78 d	7.68 be	8.32 d	9.63 ef
	Stem	0.20 ab	0.40 d	0.38 d	2.53 c	2.45 d	2.76 d	7.35 e	7.90 d	9.30 f
Yabukita	Bud	0.39 b	0.41 b	0.42 a	3.20 ab	3.92 b	3.41 b	13.32 a	13.13 a	13.40 a
	1st leaf	0.47 a	0.80 ab	0.55 a	3.02 b	3.70 b	3.30 b	12.19 b	13.27 a	13.30 a
	2nd leaf	0.41 ab	0.92 ab	0.42 a	2.76 c	3.18 c	3.04 c	11.68 b	11.08 b	12.01 b
	3rd leaf	0.23 c	0.78 ab	0.35 a	2.67 c	4.17 a	4.06 a	9.51 c	9.71 c	10.24 a
	4th leaf	0.47 a	0.98 a	0.58 a	3.36 a	2.90 d	2.89 c	7.27 e	9.55 c	11.09 c
	5th leaf	0.29 bc	0.90 ab	0.43 a	2.40 b	2.77 d	3.01 c	7.98 d	8.54 d	9.80 de
	Stem	0.31 ab	0.63 ab	0.42 a	2.22 b	2.83 d	3.02 c	6.52 f	8.08 d	9.32 e
Hushun	Bud	0.49 a	0.53 c	0.40 dc	3.46 b	3.67 ab	3.63 b	14.15 a	13.20 b	13.14 a
	1st leaf	0.48 ab	0.92 a	0.67 a	3.20 c	3.57 b	3.47 b	12.96 b	13.93 a	13.46 a
	2nd leaf	0.41 abc	1.00 a	0.51 b	3.05 dc	3.22 c	3.06 c	11.81 c	12.20 c	11.93 b
	3rd leaf	0.38 bc	0.76 b	0.48 bc	2.89 d	3.84 a	4.61 a	10.26 d	9.92 d	11.01 c
	4th leaf	0.30 dc	0.87 ab	0.47 bc	2.62 e	2.92 d	3.01 c	8.28 e	10.37 d	10.80 c
	5th leaf	0.44 ab	0.51 c	0.32 d	3.79 a	2.58 e	2.98 c	6.91 f	8.81 e	9.97 d
	Stem	0.22 d	0.42 c	0.18 e	2.44 e	2.58 e	3.10 c	7.35 f	8.19 f	9.21 e

^Z Duncan's multiple range test at 5% level.

1 s t c r o p

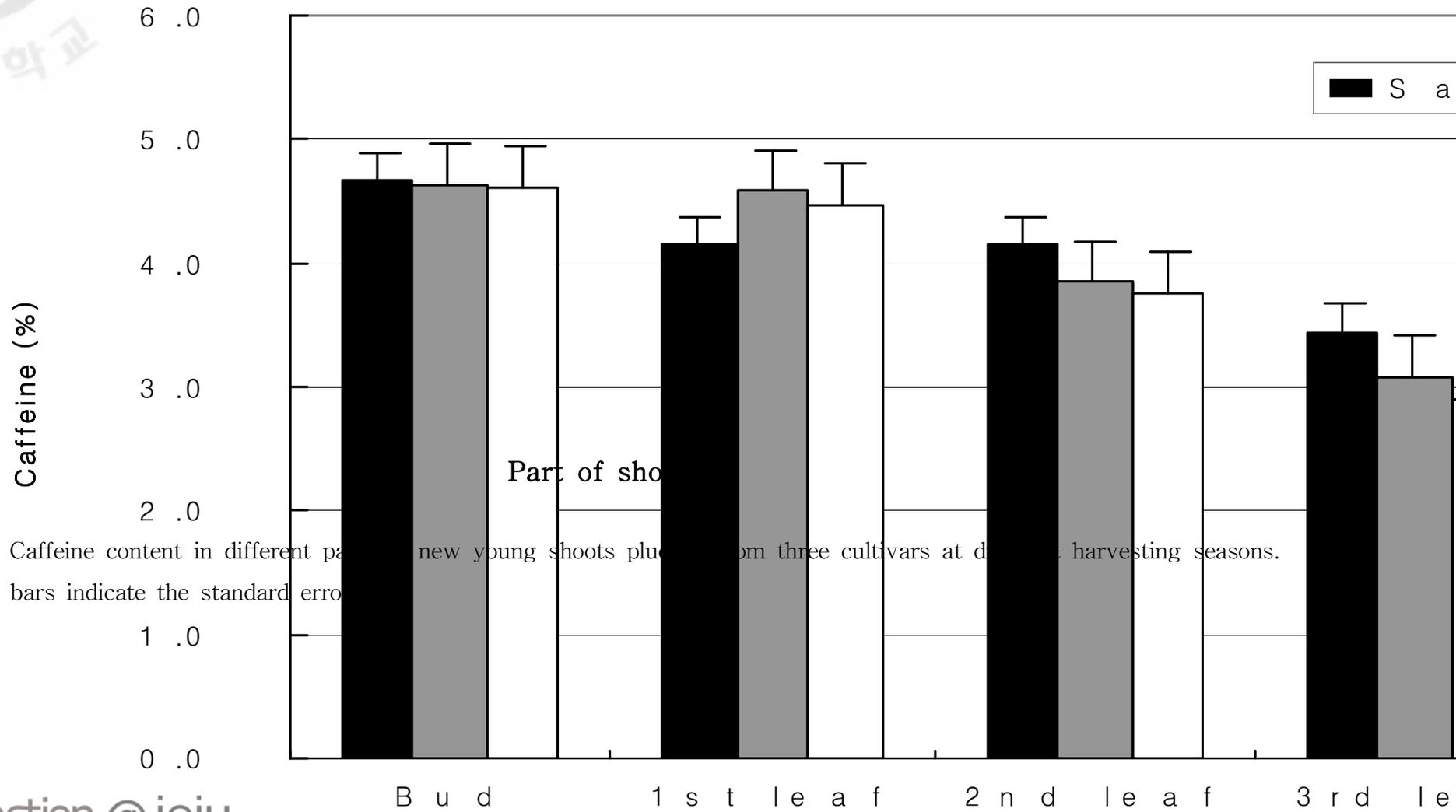


Fig. 33. Caffeine content in different parts of new young shoots plus from three cultivars at different harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard error.

국내 재래종(Park 등, 2008)과 야부기다 품종(Anan 등, 1991)에서 카페인 함량은 채엽단계에 따라서 감소하고 수확기 간에는 차이가 없다고 알려져 있는데, 본 연구결과는 약간 다르게 나타났다. 이는 카페인 함량에 있어서 품종간 그리고 동일 품종에서의 연차간 변이가 나타나고 있는 바(Ikeda 등, 2006) 품종과 환경에 따라 수확기 간에 함량 차이의 정도가 달라지기 때문인 것으로 판단되었다.

품종과 수확기에 따른 새싹의 부위별 탄닌 함량의 변화를 Fig. 34에 나타내었다. 탄닌 함량은 2번차에서 조금 높은 경향을 보였을 뿐 수확기 간에 뚜렷한 차이는 없었고, 품종 간에는 사에미도리 품종이 1번차에서는 조금 높은 경향이었으나 3번차에서는 오히려 낮은 경향을 보였다. 부위별에서는 탄닌 함량은 하위엽으로 갈수록 감소하였고, 줄기에서는 카테인 성분과 같이 1번차 12.9~15.6%, 2번차 14.4~14.8%, 3번차 15.7~16.4%로 엽에 비하여 현저히 낮은 경향이였다.

야부기다 품종(Ana 등, 1991; Tanaka 등, 1989)과 국내 재래종(Park 등, 2008)의 경우 채엽단계가 늦어질수록 탄닌과 폴리페놀의 함량이 감소하였다는 보고와 비교할 때 본 연구결과는 매우 유사하게 나타났다. 그러나 국내 재래종에서 채엽시기에 따라서는 탄닌 함량이 증가하였다는 보고(Park 등, 2008)와는 다소 차이가 있었다. 이는 품종에 따라서 탄닌 함량에 차이가 있고(Ikeda 등, 1993; Tanaka 등, 1989), 수확기에 따른 함량은 연차간 차이가 나타나는 것(Ikeda 등, 1993)과 관계되는 것으로 생각되었다.

품종과 수확기에 따른 새싹의 부위별 비타민C 함량의 변화는 Fig. 35에 보는 바와 같다. 수확기 간에는 1번차가 408.6~423.2mg/kg으로 가장 높았고, 2번차와 3번차 간에는 큰 차이가 없었다. 새싹의 부위에서 1번차의 줄기 부분을 제외한 나머지 부위에서는 상위엽보다 하위엽으로 갈수록 높아지는 경향을 보였으나, 2번차와 3번차에서는 비슷한 특성을 보였다. 줄기 부분은 1번차와 2번차에서는 엽에 비해 감소하였으나 3번차는 비슷하였는데, 이는 앞의 품질관련 다른 성분들의 변화와는 상이한 양상이었다. 반면 품종간에는 뚜렷한 차이가 없었는데, 이는 Tananka 등(1989)이 야부기다 품종에서 1번차가 2번차보다 함량이 낮았다는 보고와는 다른 경향을 보였다. 그리고, Park 등(2008)이 국내 재래종에서 수확기가 늦어질수록 함량이 낮아졌으나 채엽단계에 따라 감소한다는 보고와도 조금 상이

한 경향을 보였다. 한편 Ikeda 등(2006)은 동일 품종에서도 연차간 변이를 나타내고, 그 정도의 차이도 다르다고 하였는 바, 본 연구결과가 환경의 영향에 의한 품종의 반응 차이와 관계되어지는 것으로 생각되었다.

조섬유 함량은 품종별 수확기 간에는 큰 차이는 없었다(Fig. 36). 부위별 특성은 상위엽 보다는 하위엽으로 갈수록 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 Tanaka 등(1989)의 보고와도 일치하는 경향이었는데, 하위엽으로 갈수록 잎의 경화되는 것과 관계될 수 있다는 것과 유사하였다. 그리고, 줄기 부분은 1번차에서는 하위 5엽 보다는 적은 경향을 보였고, 2번차와 3번차는 비슷한 경향을 보였으나, 줄기의 부위에 따른 조섬유 함량이 달라질 수 있기 때문에 향후 세부적인 연구가 진행되어야할 것으로 생각된다.

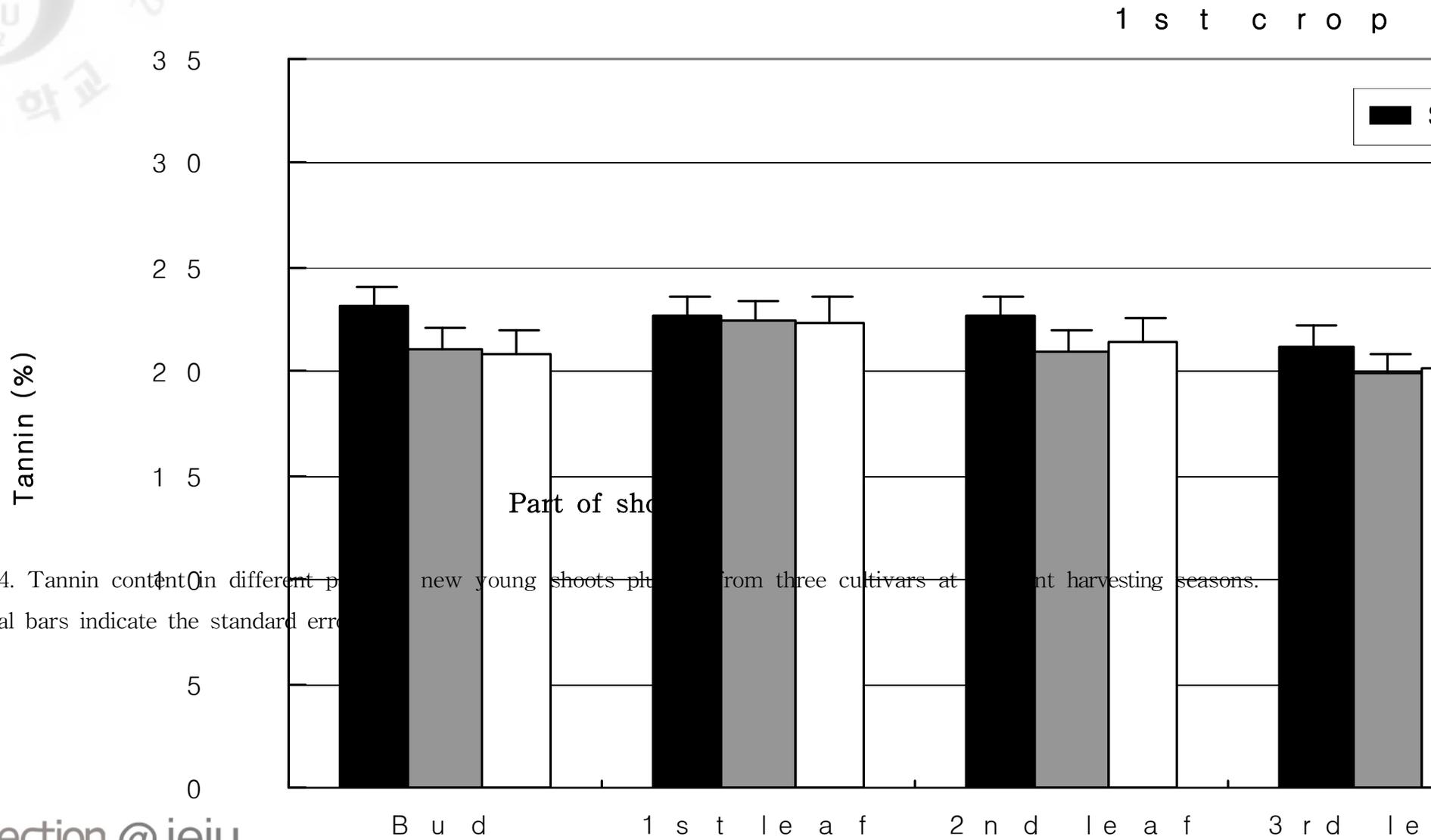


Fig. 34. Tannin content in different parts of new young shoots planted from three cultivars at different harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard error.

1 s t c r o p

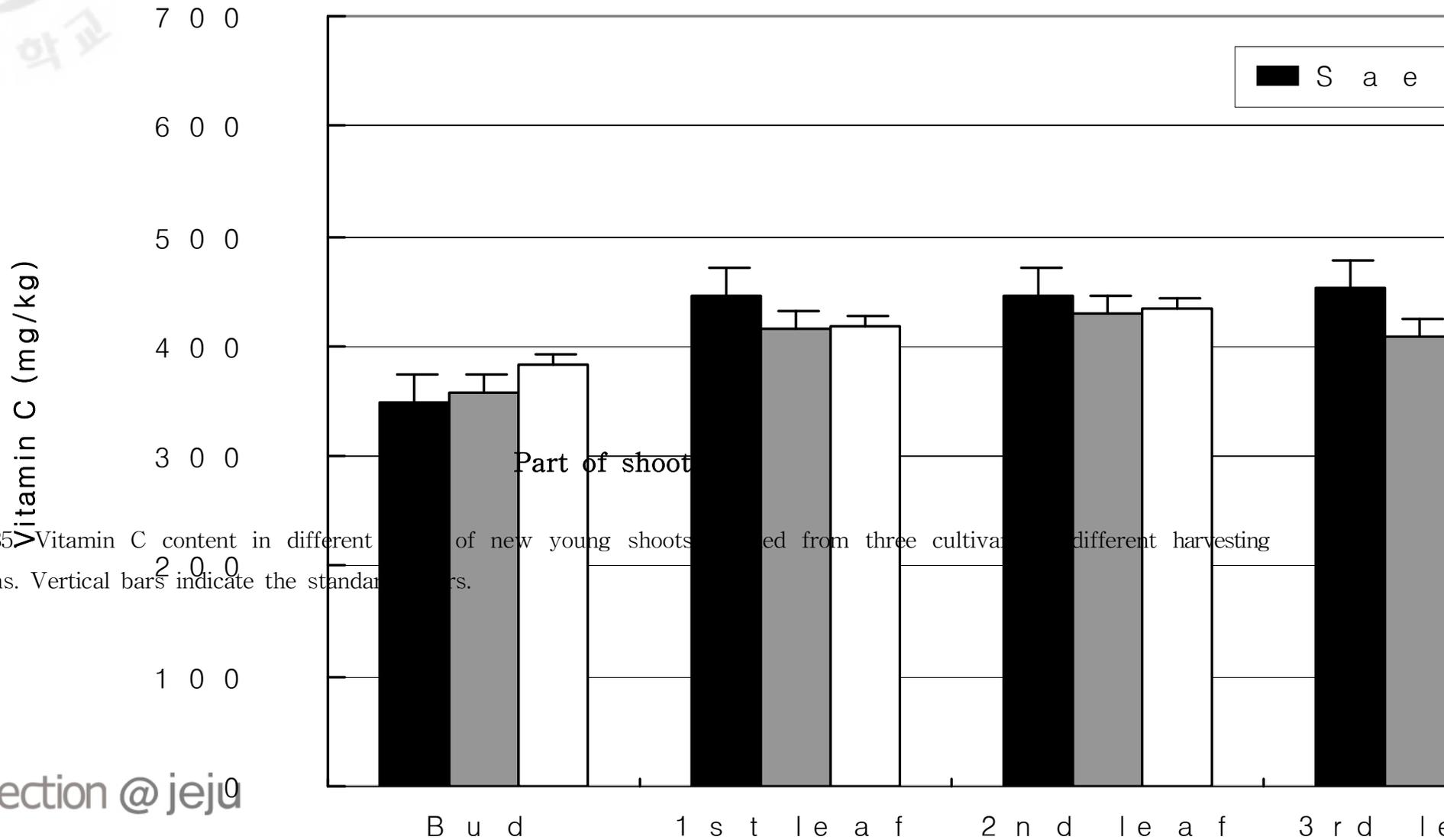


Fig. 35 Vitamin C content in different parts of new young shoots collected from three cultivation seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

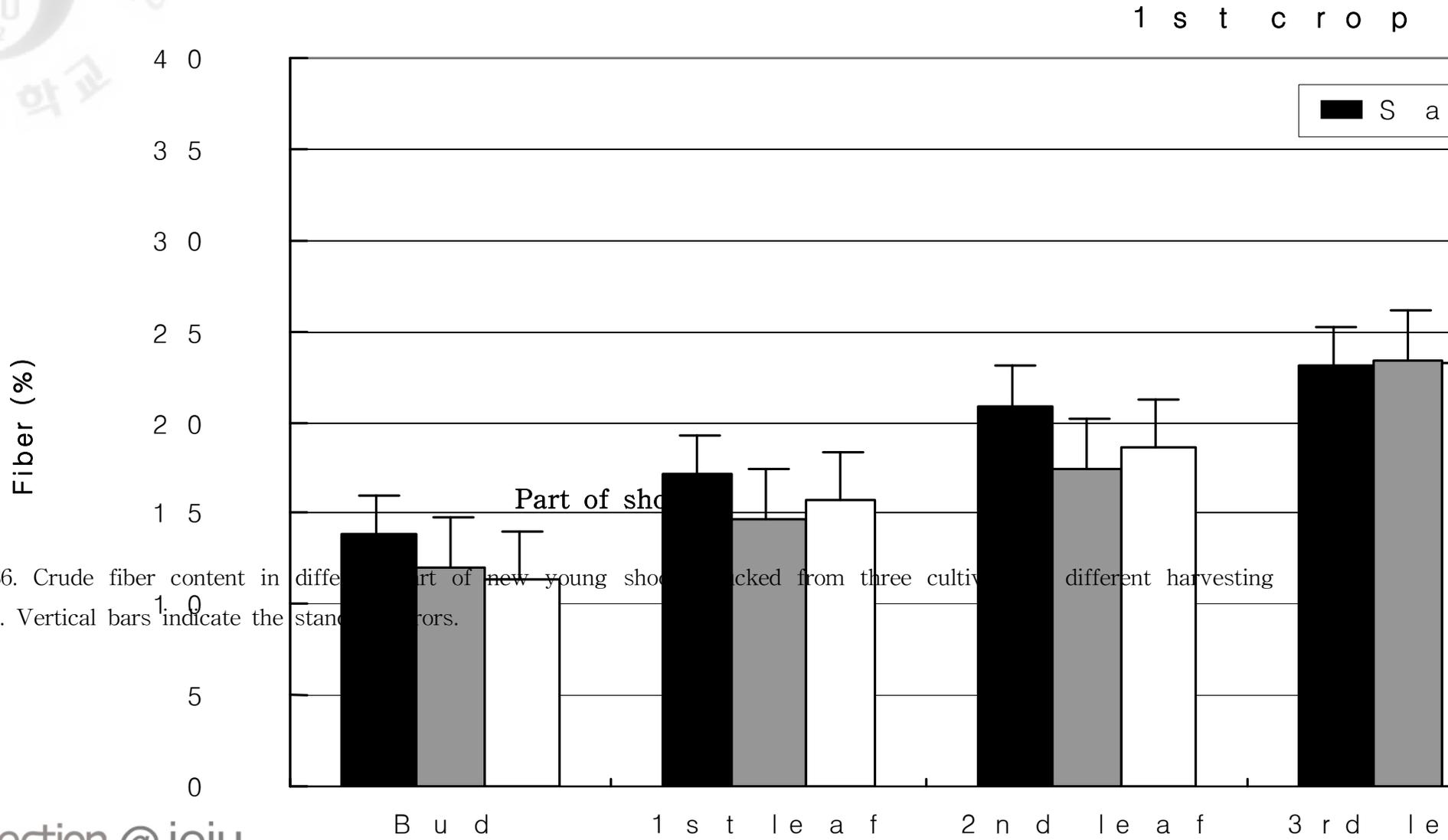


Fig. 36. Crude fiber content in different part of new young shoots collected from three cultivation stages under different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard errors.

2) 신초의 줄기 부위에 따른 품질특성

신초 부위별 품질 특성 연구결과 심과 상위엽으로 갈수록 품질이 양호한 결과를 얻을 수 있었는데, 특히 줄기부분이 4엽과 5엽보다는 품질이 비슷하거나 높은 결과를 얻어 찻잎 채취시 채엽위치에 따라 줄기가 포함됨으로써 품질에 미치는 영향을 알고자 3번차와 4번차를 대상으로 신초의 줄기 위치에 따른 품질특성을 조사하였다.

제주지역에서 주로 재배되는 품종 중 조생종인 사에미도리, 중생종인 야부기다, 만생종인 후순의 품종을 대상으로 각 수확기에 따른 신초의 줄기 위치별 총 유리 아미노산 함량의 변화는 Fig. 37에 나타내었다. 총 유리 아미노산 함량은 모든 품종에서 줄기 상위부분이 가장 높았고, 다음으로 중간부위, 하위부분 순이었다. 수확기 간에는 3번차가 4번차보다 높은 경향을 보였고, 품종에 따른 줄기 위치별 총 유리 아미노산 함량은 품종에 관계없이 비슷한 경향을 보였다.

Tanaka 등(1989)은 야부기다 1번차에서 총 유리 아미노산의 함량이 엽위에 따라 감소한다고 보고하였는데, 이는 본 연구가 줄기 위치에 따른 결과이지만 유사한 경향이였다. 또한 줄기부분에서 상위 및 중간 부분은 전체 줄기의 총 유리 아미노산 함량보다 높아 차로써 활용가치가 있는 것으로 판단되었다.

품종 및 수확기에 따른 신초의 줄기 위치별 테아닌 함량의 변화는 Fig. 38와 같다. 공시된 모든 품종에서 테아닌 함량은 총 유리 아미노산과 유사한 변화 양상을 보였다. 3번차에서 테아닌 함량은 상위 부분이 2.2~2.6%로 높은 경향이었고, 중간부분은 1.8~1.9%, 하위부분은 0.8~1.0%로 그 함량이 1%내외로 급격히 떨어지는 경향을 보였다. 이는 총 유리 아미노산과 같이 신초의 줄기 위치별 테아닌 함량은 상위 부분에서 하위 부분으로 갈수록 감소하는 경향이 뚜렷하였으며, 수확기 간에 감소 폭은 3번차와 4번차에서는 1% 대로 큰 차이가 있었다. 그러나, 품종 간에는 테아닌 함량 변화가 크지 않았다. Tanaka 등(1989)은 야부기다 품종에서 테아닌의 함량이 수확시기가 늦어질수록 점진적으로 감소하였다고 보고하였는데, 이는 줄기의 위치에 따른 연구결과와도 매우 유사하였다.

Total free amino acids (%)

6 . 0
 5 . 0
 4 . 0
 3 . 0
 2 . 0
 1 . 0
 0 . 0

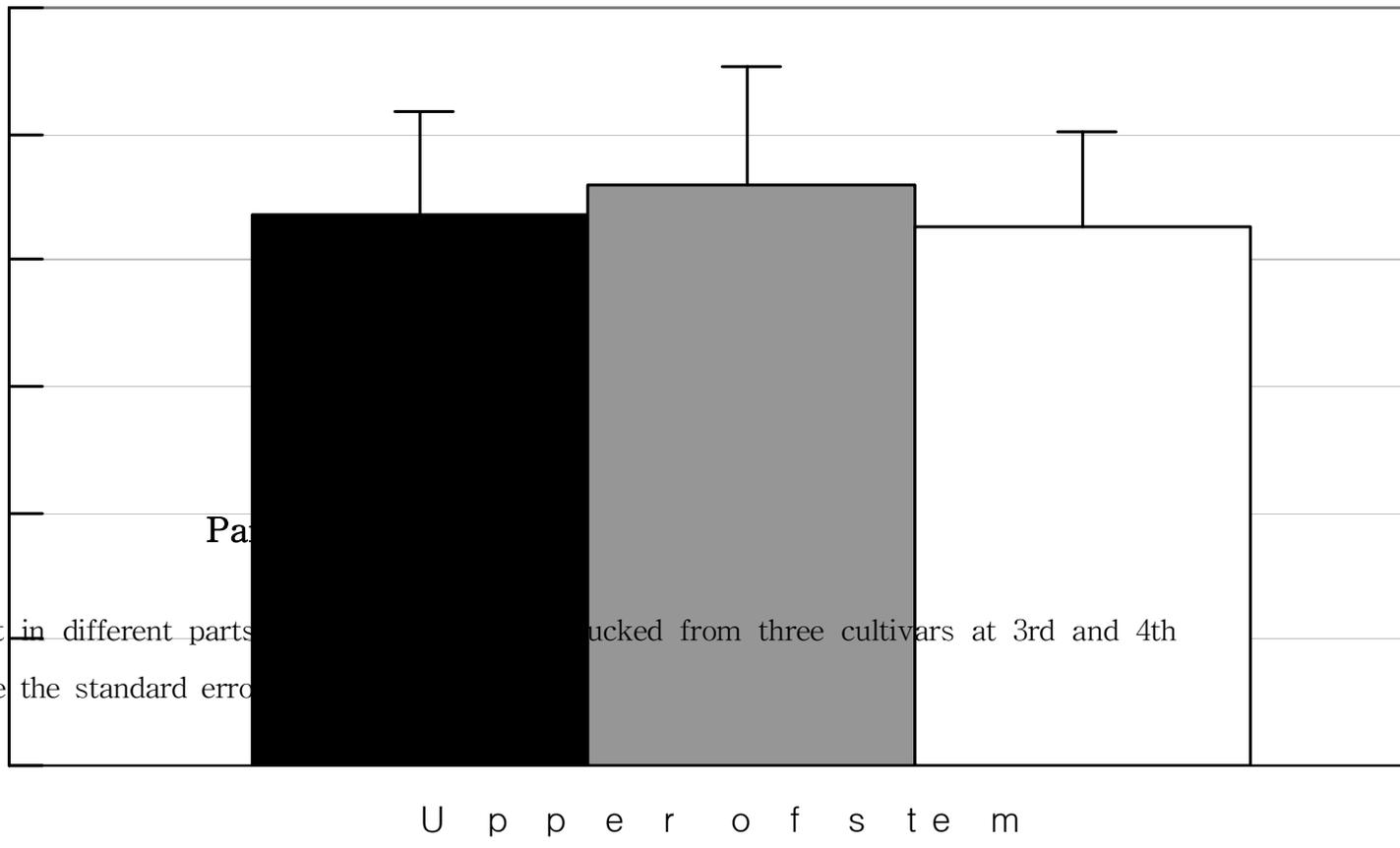


Fig. 37 Total free amino acids content in different parts of three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard error

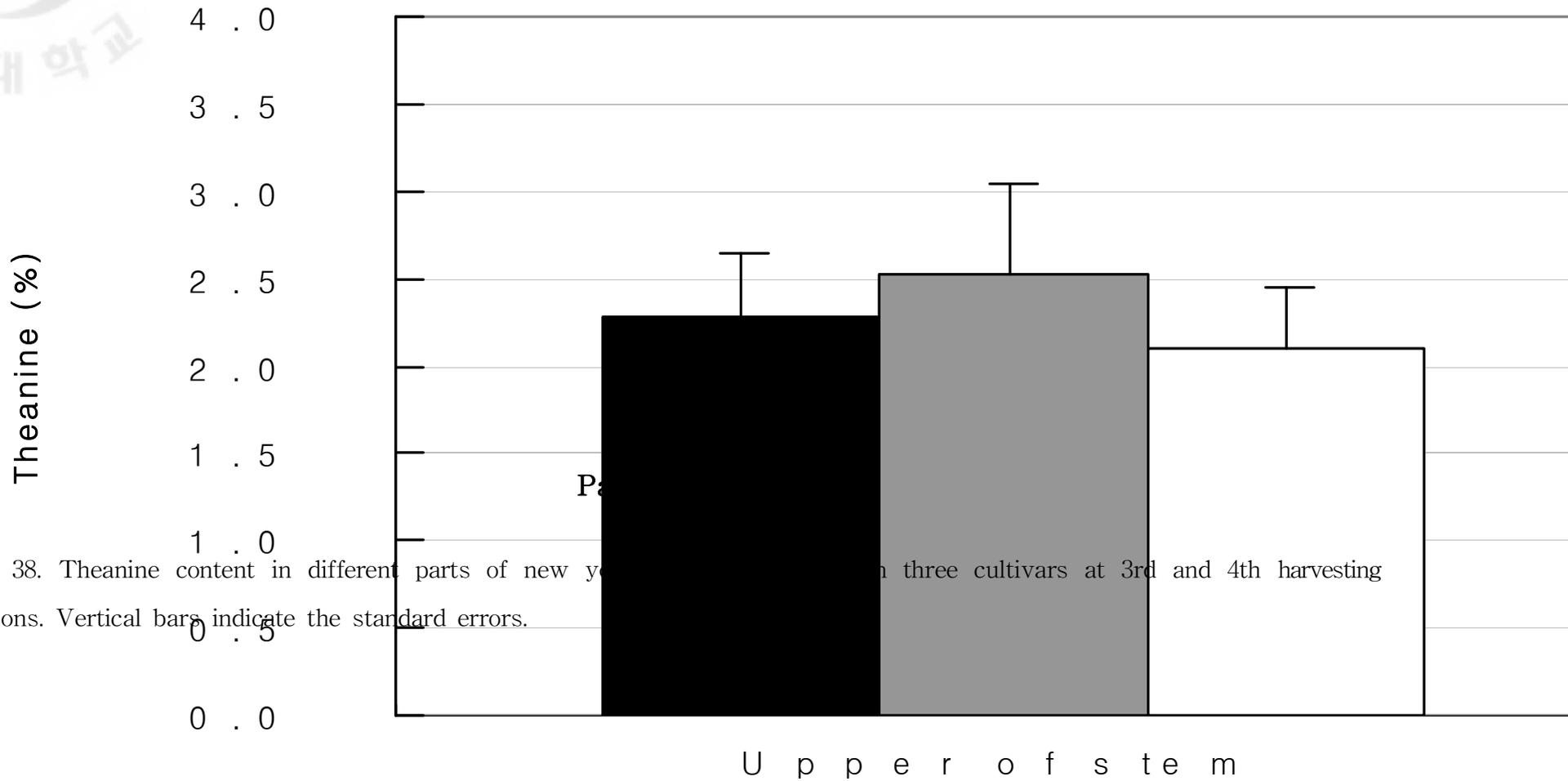


Fig. 38. Theanine content in different parts of new year tea in three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

품종과 수확기에 따른 신초의 줄기 위치별 총 카테킨 함량의 변화를 Fig. 39에 나타내었다 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산과는 달리 줄기 상위부분에서 11.5~13%로 다소 높은 경향이었으나, 중간과 하위 부분은 비슷한 경향이였다. 수확기 간에는 4번차가 약간 높은 경향을 보였으나, 품종 간에는 비슷하였다.

신초 줄기 위치별 품종, 수확기 및 생육단계에 따른 카페인 함량의 변화를 Fig. 40에 나타내었다. 카페인 함량은 품종 간에는 수확기에 따라서 약간 달라지는 경향이었는데, 대체로 후순이 가장 낮은 경향을 보였고, 4번차에서는 사에미도리 품종이 높은 경향을 보였으나, 3번차에서는 야부기다 품종이 다소 높은 경향을 보였다. 신초 줄기 위치별 카페인 함량은 4번차는 상위 보다는 하위부분으로 갈수록 높아지는 경향이었고, 3번차는 상위 및 중간부분은 비슷하였으나 하위부분은 약간 높은 경향을 보였다. 이는 국내 재래종(Tanaka 등, 1989)과 야부기다 품종(Iwasa, 1977)에서 채엽단계에 따라서 감소하고 수확기 간에는 차이가 없다는 보고와 달리, 줄기 위치에 따라 수확기 및 품종 간에 약간 다른 경향이였다.

신초의 줄기 위치에 따른 탄닌 함량의 변화는 Fig. 41과 같다. 탄닌 함량은 상위부분 보다는 하위부분으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였고, 품종 및 수확기 간에는 3번차에서는 야부기다 품종이 가장 높았고, 사에미도리 품종이 가장 낮았으나, 4번차에서는 사에미도리 품종이 가장 높은 반면 야부기다 품종이 가장 낮아, 품종의 조만성과 환경에 따라서 달라질 수 있는 것으로 나타났다.

비타민 C 함량의 품종별 수확기 및 신초의 줄기 위치별 변화는 Fig. 42에서 보는 바와 같다. 모든 품종에서 4번차의 비타민 C 함량이 가장 높았고, 줄기 위치에 따라서는 상위부분보다는 하위부분으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였다. 이는 생육단계와 신초의 부위별 잎의 함량 특성과 매우 유사하였다.

조섬유 함량은 품종 간에는 거의 차이가 없었다(Fig. 43). 수확기 간에는 3번차보다는 4번차에서 높았고, 줄기 위치별에서는 상위보다 하위부분으로 갈수록 뚜렷하게 높아지는 경향을 보였다. 이는 신초의 부위별 함량에서 하위엽으로 갈수록 점차 증가하는 경향과 일치하였으며 줄기의 경화와 관계되는 것으로 판단되었다.

Total catechin (%)

2 0 . 0
 1 8 . 0
 1 6 . 0
 1 4 . 0
 1 2 . 0
 1 0 . 0
 8 . 0
 6 . 0
 4 . 0
 2 . 0
 0 . 0

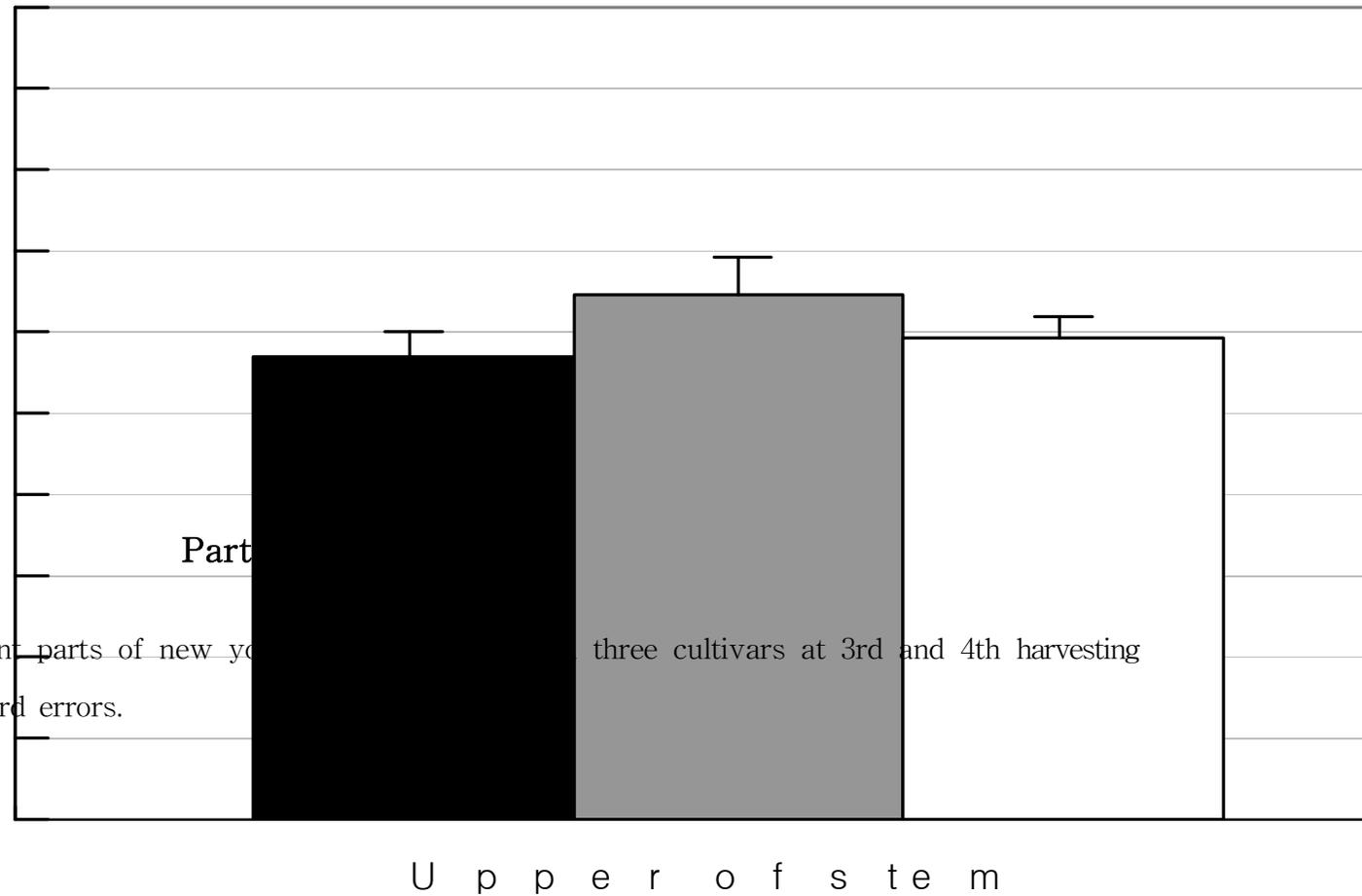


Fig. 39. Total catechin content in different parts of new y... three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

Caffeine (%)

5 . 0
 4 . 5
 4 . 0
 3 . 5
 3 . 0
 2 . 5
 2 . 0
 1 . 5
 1 . 0
 0 . 5
 0 . 0

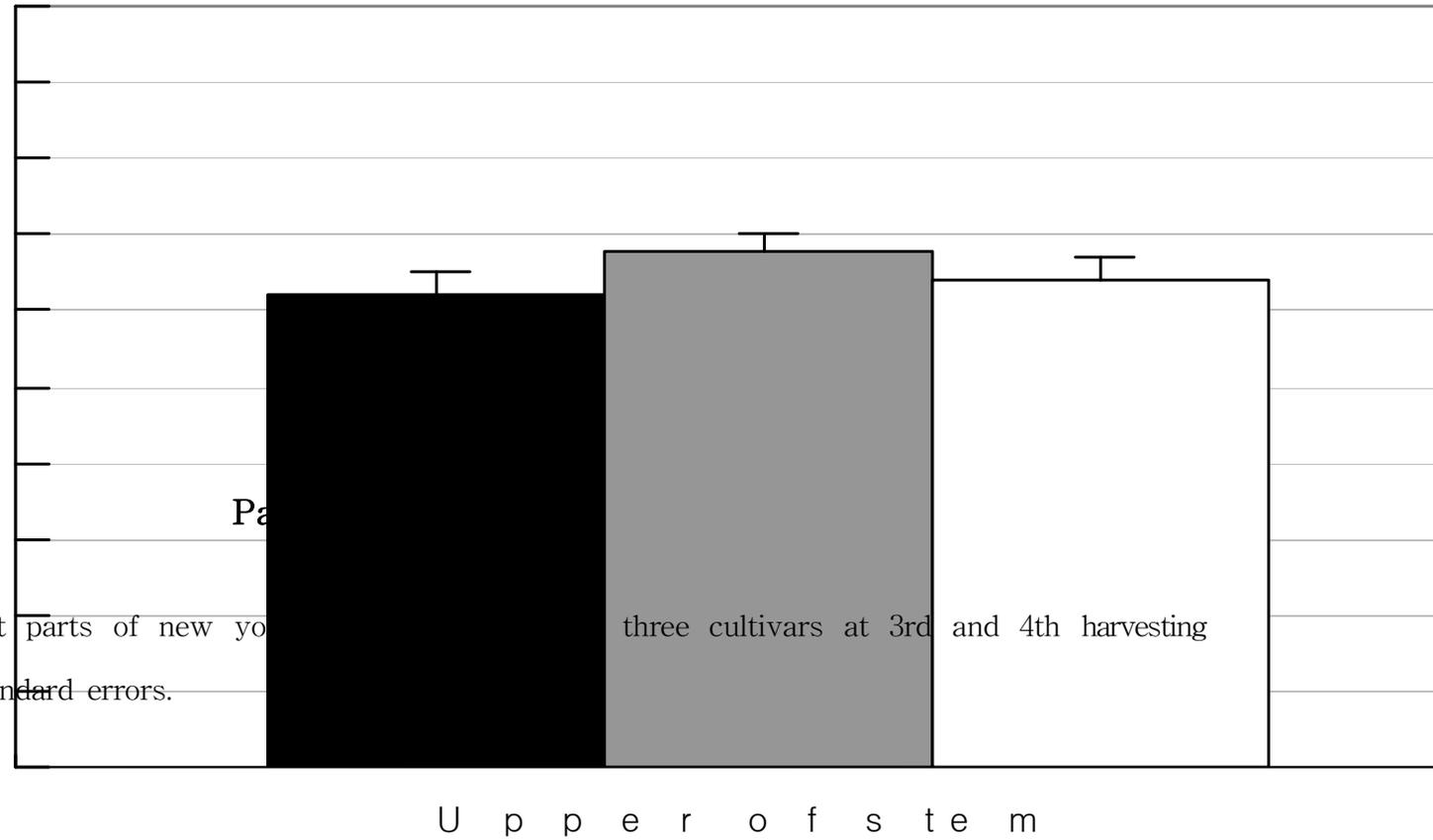


Fig. 40. Caffeine content in different parts of new yoo... three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

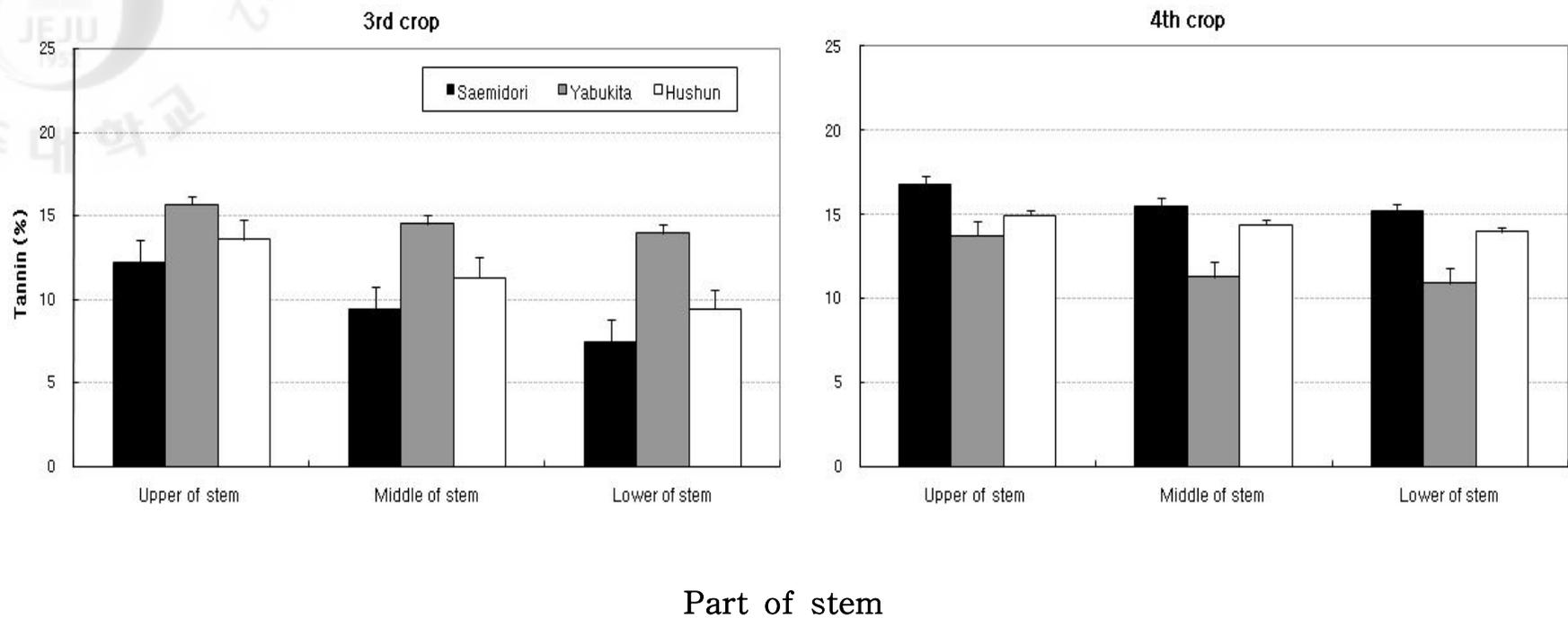


Fig. 41. Tannin content in different parts of new young stem plucked from three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

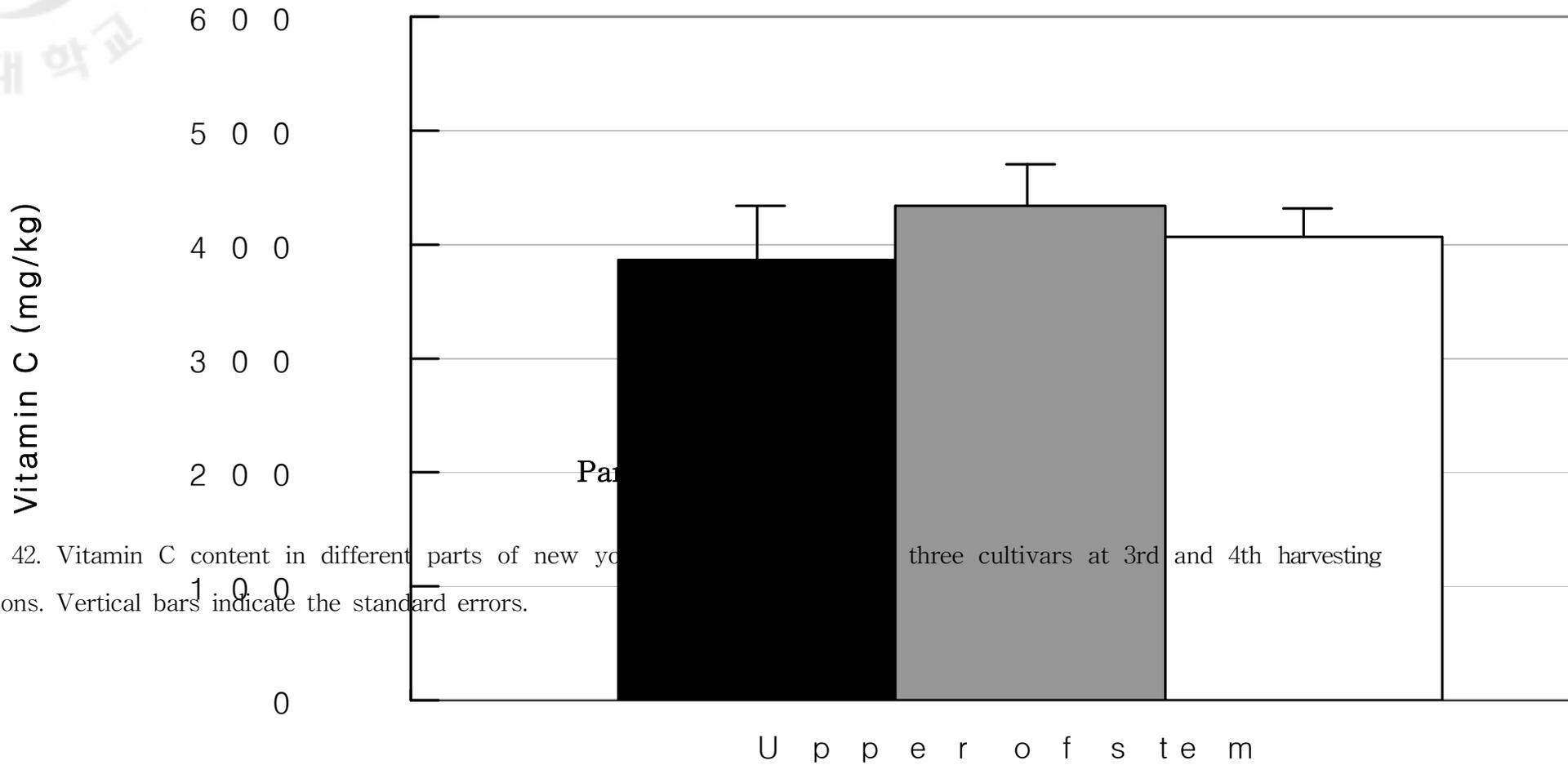


Fig. 42. Vitamin C content in different parts of new y... three cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard errors.

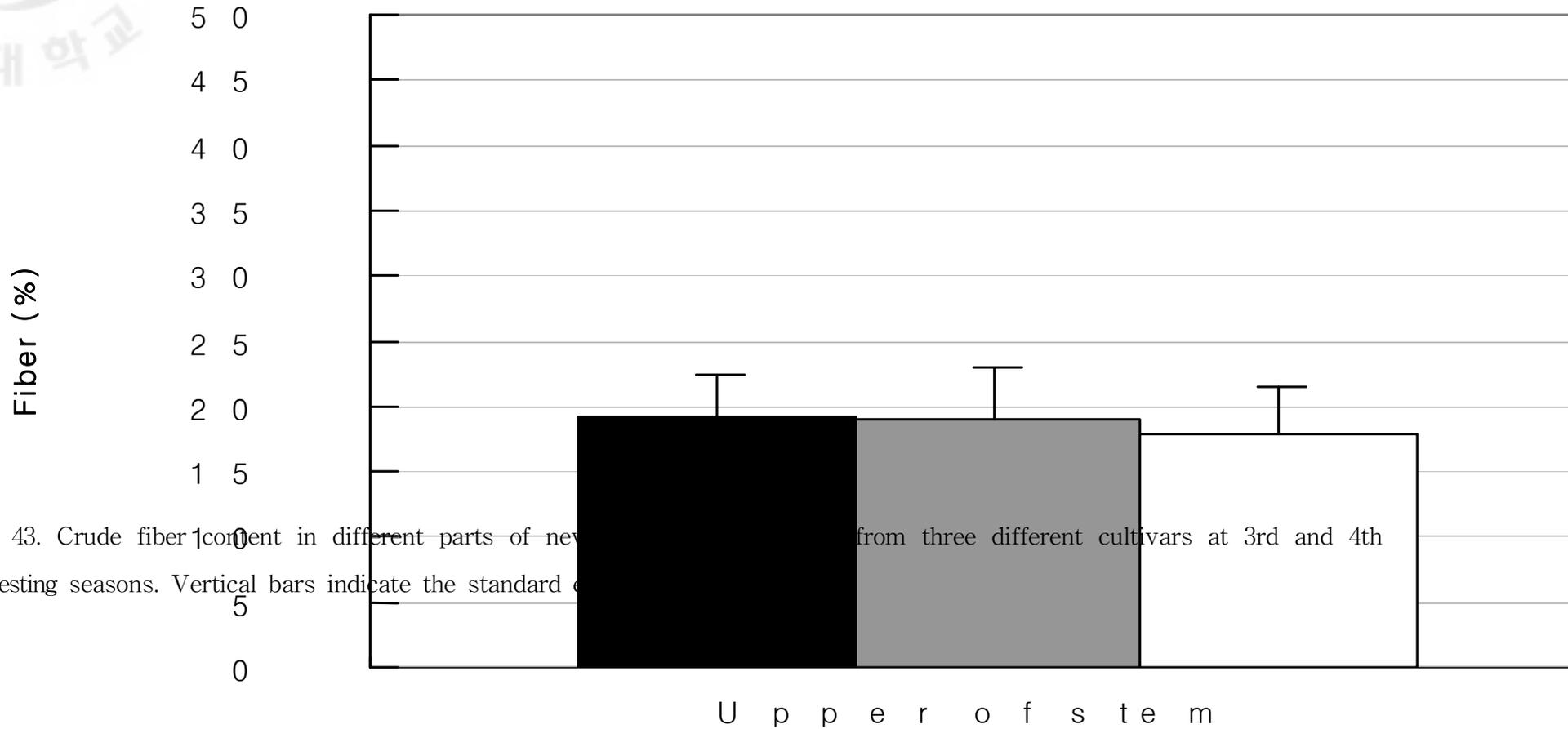


Fig. 43. Crude fiber content in different parts of new from three different cultivars at 3rd and 4th harvesting seasons. Vertical bars indicate the standard error.

3) 신초 부위에 따른 무기성분 특성

제주지역에서 주로 재배되는 품종 중 조생종인 사에미도리, 중생종인 야부기다, 만생종인 후순의 품종을 대상으로 각 수확기 및 신초 부위별 T-N 함량의 변화는 Fig. 44에 나타낸 바와 같다. T-N 함량은 품종별, 신초의 부위별, 수확기에 따른 차이를 나타내었다. 품종별로는 야부기다 품종에서 가장 높은 편이었고, 후순, 사에미도리 품종 순으로 나타났다. 1번 수확기에 특히 품종간 차이가 매우 뚜렷한 편이었는데, 사에미도리 품종은 신초 전체 부위에서 다른 품종보다 낮았으며, 야부기다는 후순 품종에 비해 1심 2엽까지는 약간 낮았으나, 이후 하단 부위에서는 높은 경향이였다. 전체적으로 신초의 부위별에서는 심에서 가장 높았고, 하위엽으로 갈수록 낮았으며, 1번차를 제외하면 줄기에서 가장 낮았다. 수확기에 따라서는 1번차에서 신초내 함량 차이는 적은 편이었고 2번과 3번차에서는 1번차보다 신초내 함량 차이는 큰 편이었으나, 품종 간에는 비슷한 경향이였다.

일본 및 국내 녹차의 T-N 함량은 3~6% 내외로 보고(Kim 등, 2000; Oishi, 1988; Park. 등, 2008)되어 왔으나, 본 연구에서는 1심 3엽을 기준으로 한다면 6~10%로 매우 높은 수준이었다. 특히 제주지역의 야부기다 품종에서도 5~6% 내외의 함량이 보고(Kim 등, 2000)된 바 있다. 그러므로 본 연구에서 높게 나타난 것은 지역적 또는 수확기 요인에 따른 차이라기 보다는 시비법 등과 관계된 재배적인 요인이 보다 크게 관계하는 것으로 보아졌다. 따라서 향후 동일한 시비량 조건에서도 분시 등 시비법에 따른 T-N 함량에 미치는 영향을 상세히 연구할 필요가 있다고 생각되었다.

품종별 수확기 및 부위에 따른 다량원소인 K, Mg 및 Ca의 함량 변화는 Fig. 45, 46, 47와 같다. K 함량에 있어서 품종 간 차이는 1번차를 제외하고는 차이가 없었다. 1번차에서 K 함량은 사에미도리 품종에서 3% 내외로 가장 높게 유지되었으며, 후순이 야부기다 품종보다 심과 상위 1엽, 그리고 5엽과 줄기에서 약간 높은 경향이였으나 나머지는 2% 내외로 비슷한 수준이었다. 1번차의 사에미도리 품종의 경우를 제외하면 수확기와 엽위에 따른 K 함량은 2% 내외로 큰 차이는 없었다. 이는 이전에 보고된 K 함량, 엽위 및 수확기별 경향(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등 1978)과 매우 유사한 편이었다.

Mg 함량은 0.2% 내외로서 K 함량의 약 1/10수준을 나타내었고, 품종 간, 수확기별 또는 부위별 차이는 거의 없었다. 이전의 연구보고와 비교할 때, 함량과 수확기별 경향은 유사하였으나, 엽위에서 하위엽일수록 감소한다는 보고와는 차이가 있었다(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978). Ca 함량은 0.04~0.16% 내외를 나타내었는데, 심에서 하위엽과 줄기로 갈수록 증가하는 경향이였으나, 이는 1번차에서 뚜렷하게 나타나고 2번과 3번 수확기로 갈수록 점차 약해지는 경향이였다. 품종간 함량 비교에서는 야부기다 품종이, 특히 하위엽과 줄기 부분에서 높은 경향이였다. 이전의 연구보고와 비교할 때 함량에서 약간 높게 나타난 것을 제외하면 엽위별 및 수확기별 경향은 유사하였다. 그러므로 본 연구에서 이들 다량원소의 함량이 지역과 품종에 따라 조금씩 달라질 수 있음을 알 수 있었다.

Na 함량은 1번차에서 300~600mg/kg, 2번차와 3번차 100~400mg/kg 내외를 나타내어 1번차에서 가장 높게 나타났고 2번차와 3번차에서는 비슷한 수준이었다(Fig. 48). 품종 및 엽위간에는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 이는 Ko 등 (2010)이 제주지역 녹차의 무기성분 분포특성에서 첫물차의 Na 함량 315.33~370.69mg/kg라는 보고와 비교할 때 1번차는 비슷하거나 약간 높았고, 2번차와 3번차에서 비슷하거나 약간 낮은 경향을 보였다. 따라서, Na 함량은 수확기와 생육 환경적 특성에 따라 변이폭 매우 크기 때문에 추가적인 연구 필요할 것으로 판단된다.

품종별 수확기 및 부위에 따른 미량원소인 Fe, Mn, Zn 및 Cu의 함량 변화를 Fig. 49, 50, 51, 52에 나타내었다. Fe의 함량은 1번차 200~300mg/kg, 2번차 100~200mg/kg, 3번차 50~100mg/kg 내외를 나타내어 수확기에 따라 감소하는 경향이 뚜렷하였으나, 품종간 차이는 2번차를 제외하면 없는 편이었다. 엽위에 따라서도 1번차에서 심보다 상위 1엽이 다소 높고 점차 감소하는 경향을 제외하면 엽위에 따른 차이는 거의 나타나지 않았다. 이는 이전의 연구보고(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)와 매우 유사한 것이였다. Mn의 함량은 100~650mg/kg 내외를 나타내었는데, 심에서 5엽으로 갈수록 증가하나 심에서는 상위 1~2엽 수준으로 낮았으며, 수확차별로는 2번차에서 가장 증가폭이 적

어 낮은 편이었고, 1번차, 3번차 순으로 높은 함량을 보였다. 품종간 비교에서는 1번차와 3번차에서 차이가 있었으나, 2번차에서는 차이가 없었으며, 대체로 야부기다와 사에미도리 품종이 후순 품종보다 높은 수준을 나타내었다. 이는 일본에서 야부기다 품종에서 보고(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)된 결과와 매우 유사하였다. 그러므로 품종간 차이가 분명한 것으로 생각되었다. Zn의 함량은 35~90mg/kg 내외로 품종 및 수확기별에 따른 차이는 거의 없었으나, 엽위별 감소 경향이 뚜렷하게 나타났다. 이는 함량 면에서 국내에서 보고(Ko 등, 2010)된 수준과 일치하였으며, 일본에서 보고(Katsunori 등, 2005)된 야부기다 품종의 함량보다는 높은 편이었다. 엽위 및 수확기별 경향에서는 이전 보고(Hirotsugu 등, 2005; Etsuo 등, 1978)와 유사하였다. Cu의 함량은 2~10mg/kg 내외인데, 품종간 차이는 적었으며 엽위 및 차기에 따라서 약간 감소하는 경향이였다. 이는 이전의 연구보고(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)와 매우 유사하였다.

1 s t c r o p

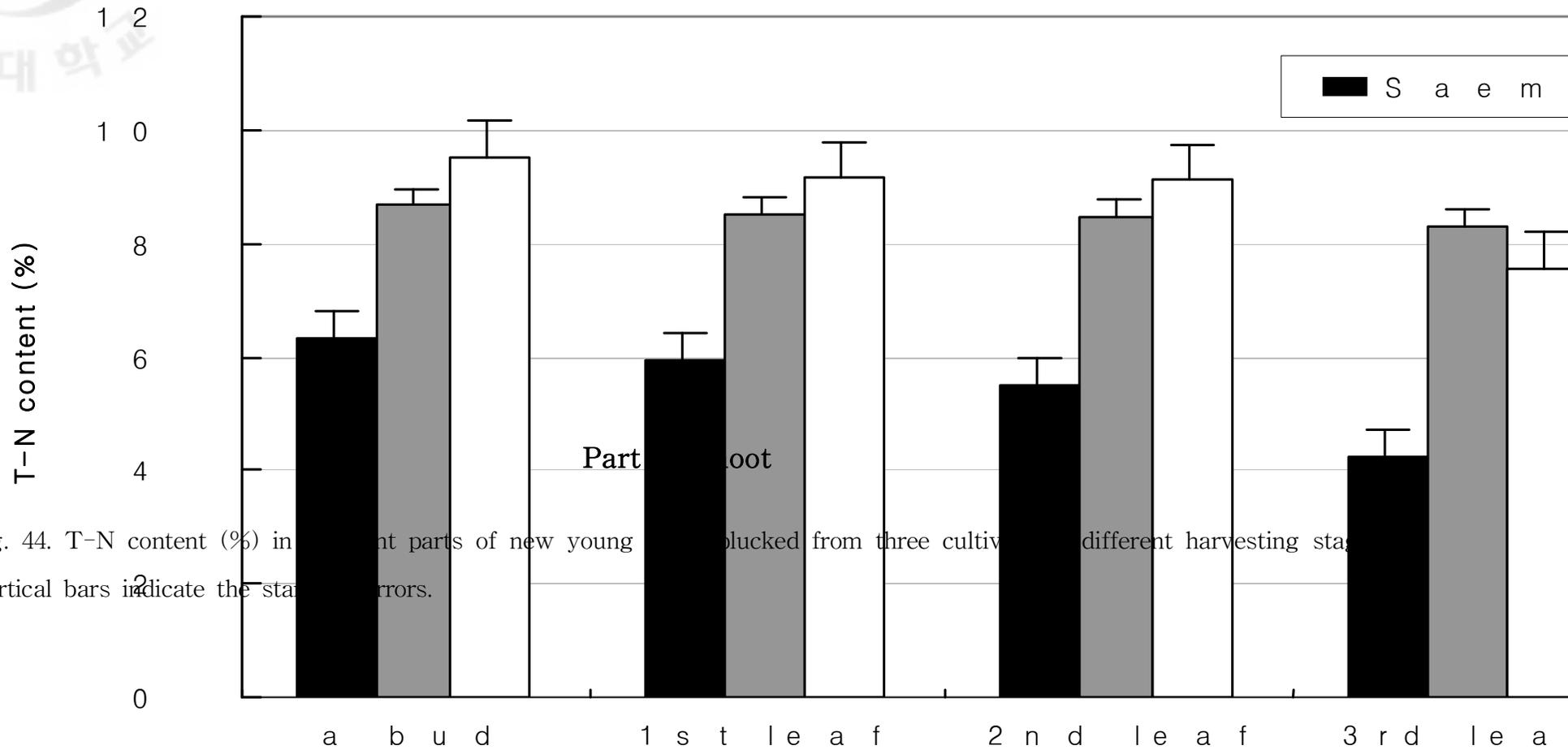


Fig. 44. T-N content (%) in different parts of new young plants collected from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard errors.

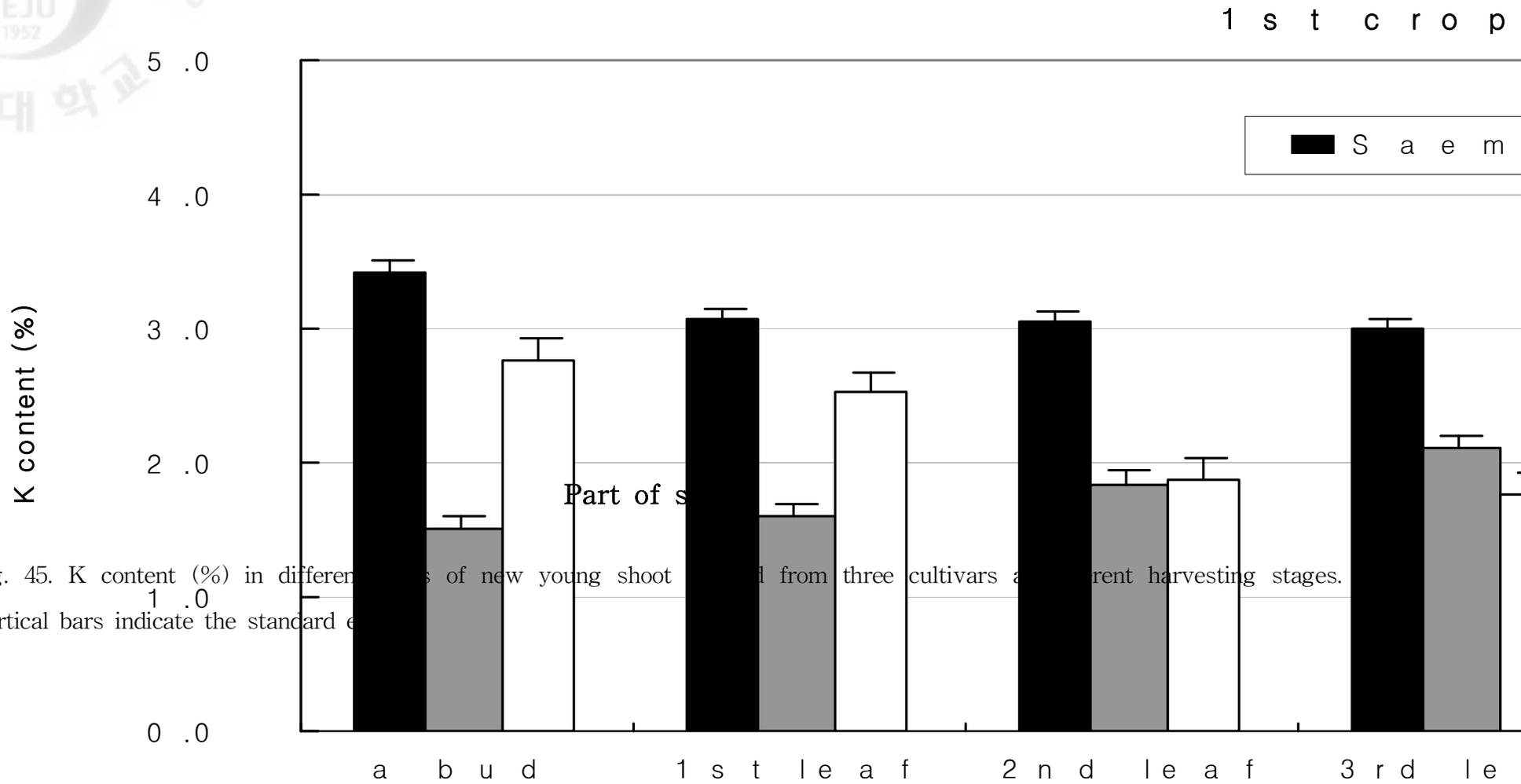


Fig. 45. K content (%) in different parts of new young shoot harvested from three cultivars at different harvesting stages.

Vertical bars indicate the standard error

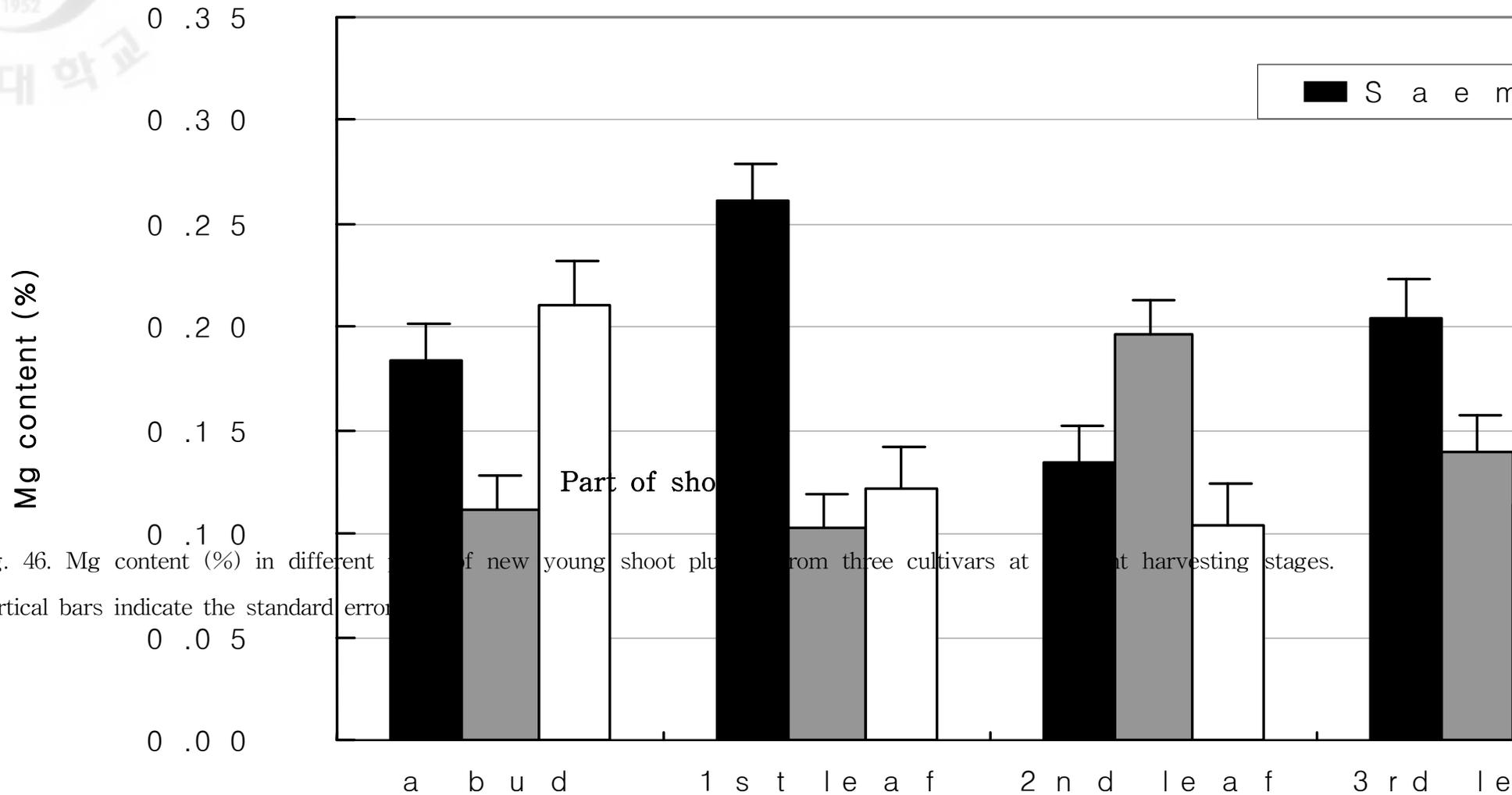


Fig. 46. Mg content (%) in different parts of new young shoot plumes from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard error.

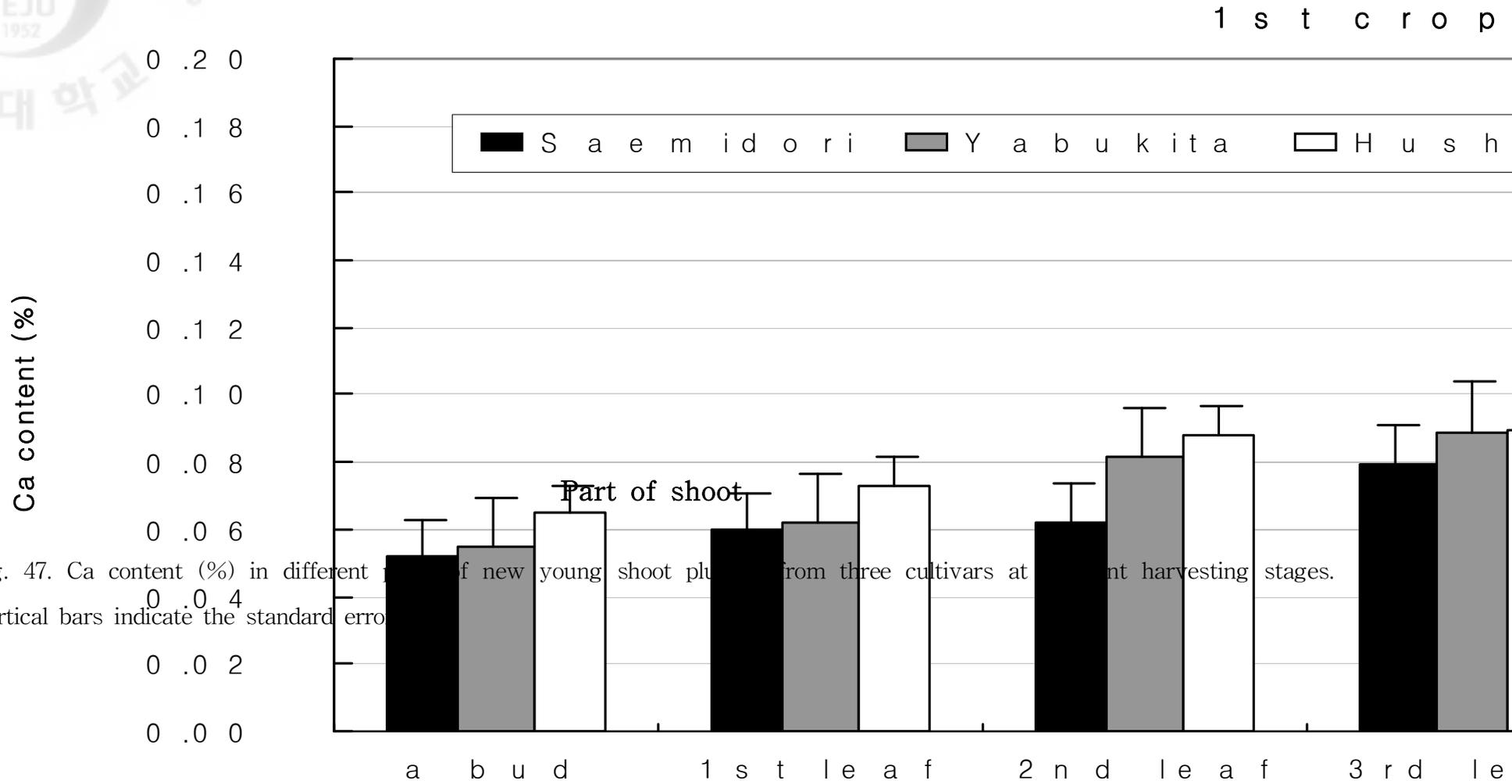


Fig. 47. Ca content (%) in different parts of new young shoot plumes from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard error.

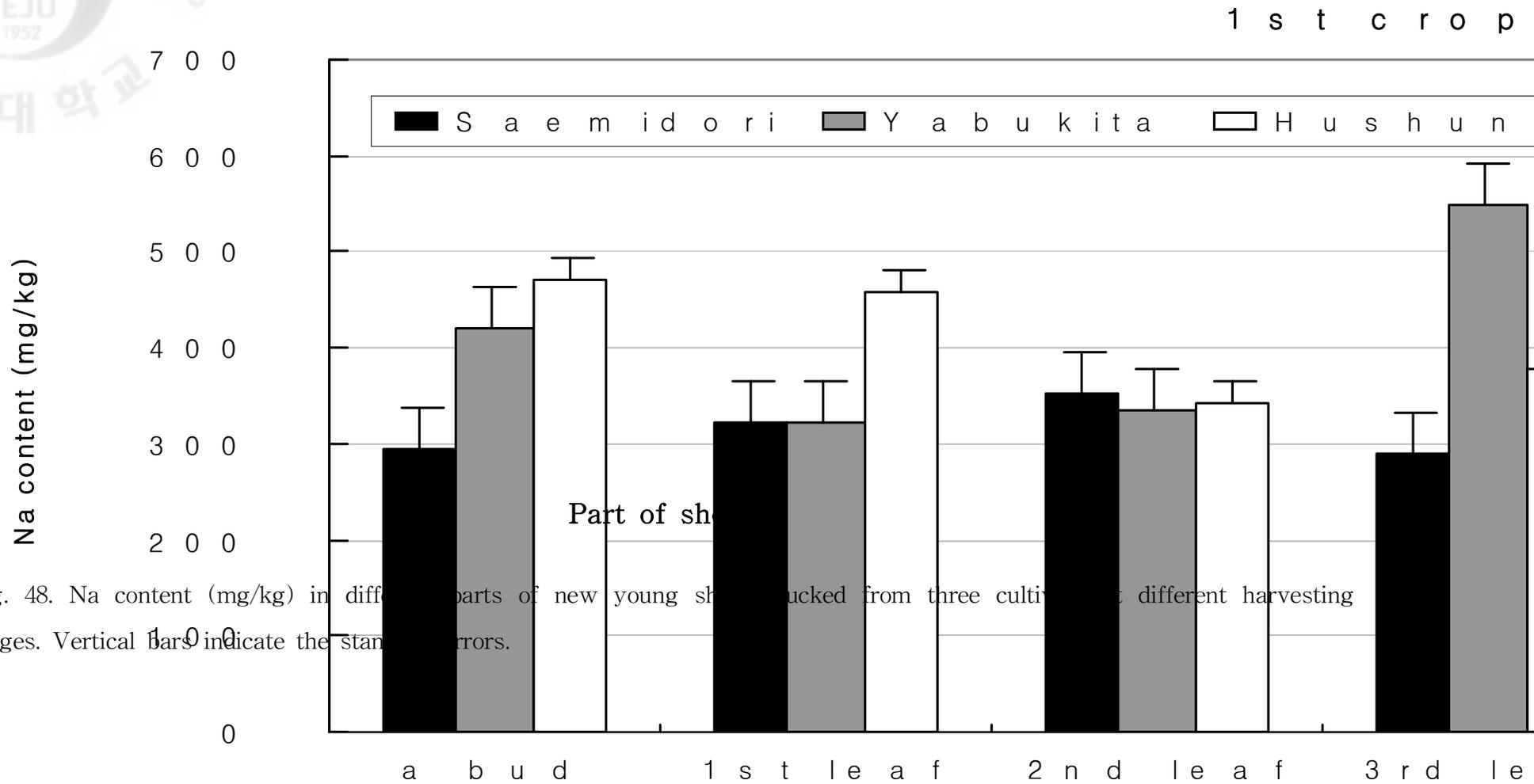


Fig. 48. Na content (mg/kg) in different parts of new young shrimps reared from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

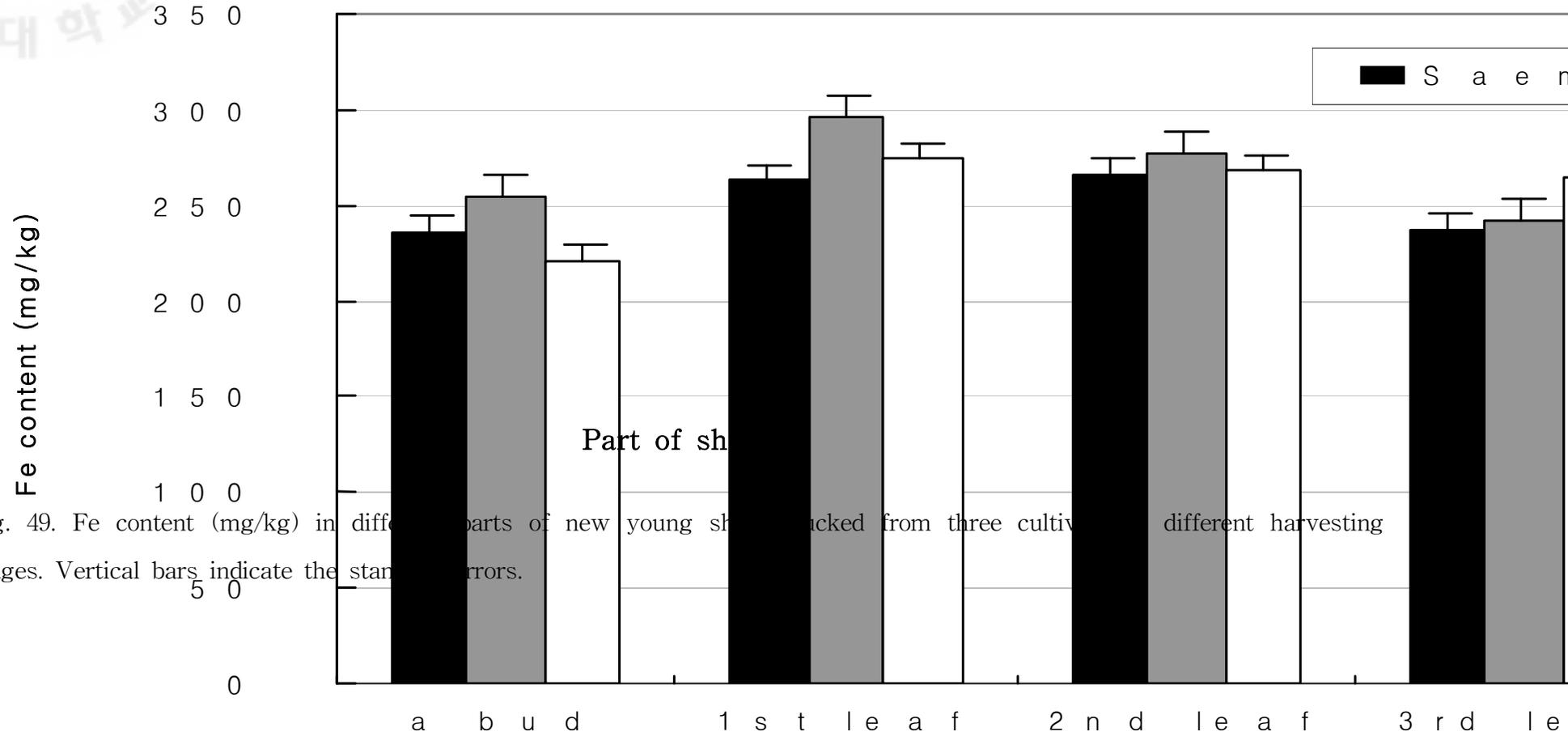


Fig. 49. Fe content (mg/kg) in different parts of new young shrimps harvested from three cultivation stages. Vertical bars indicate the standard errors.

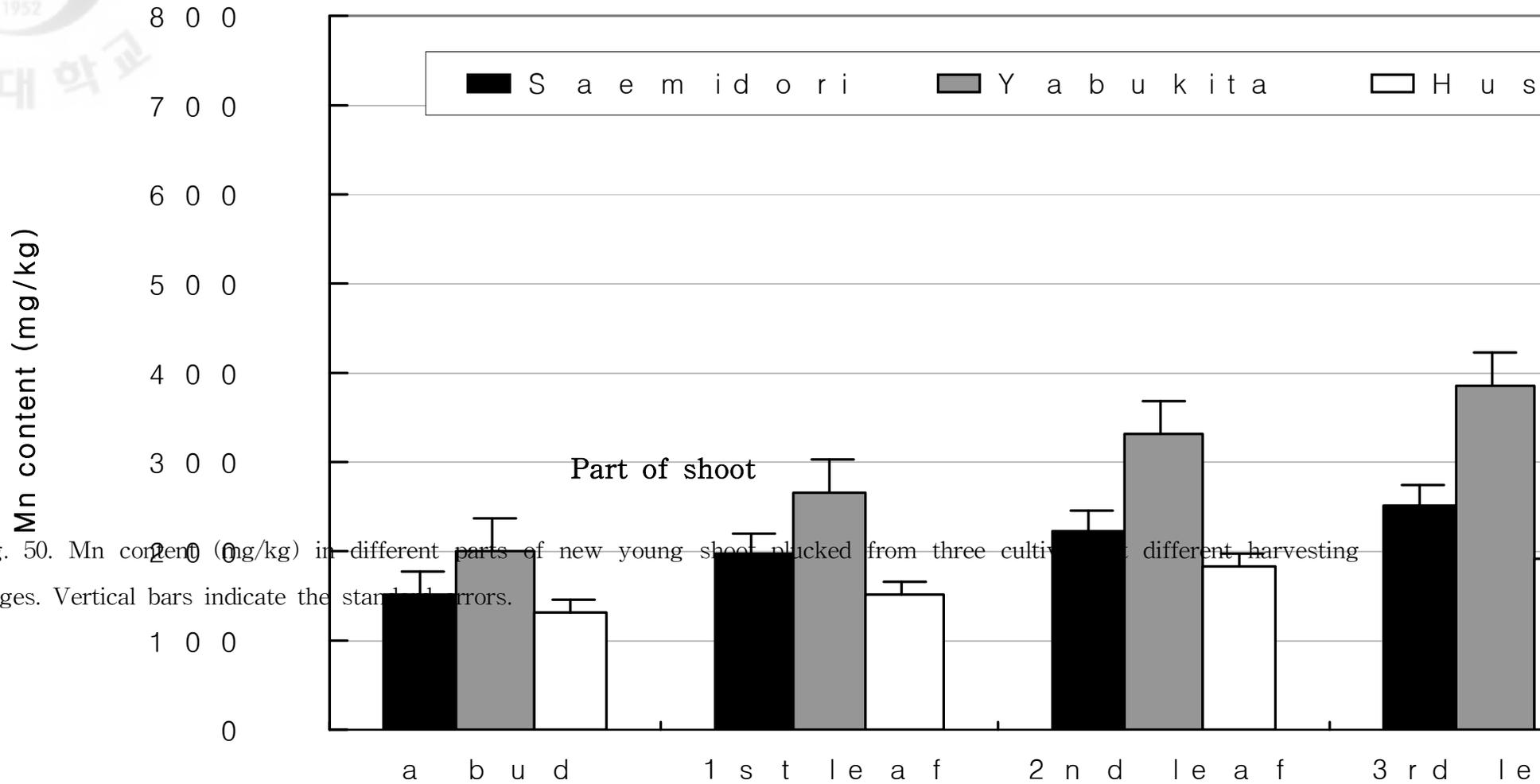


Fig. 50. Mn content (mg/kg) in different parts of new young shoot plucked from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard errors.

1 s t c r o p

Zn content (mg/kg)

100

80

60

40

0

■ S a e m

Part of sh

a b u d

1 s t l e a f

2 n d l e a f

3 r d l e

Fig. 51. Zn content (mg/kg) in different parts of new young shucked from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard errors.

Cu content (mg/kg)

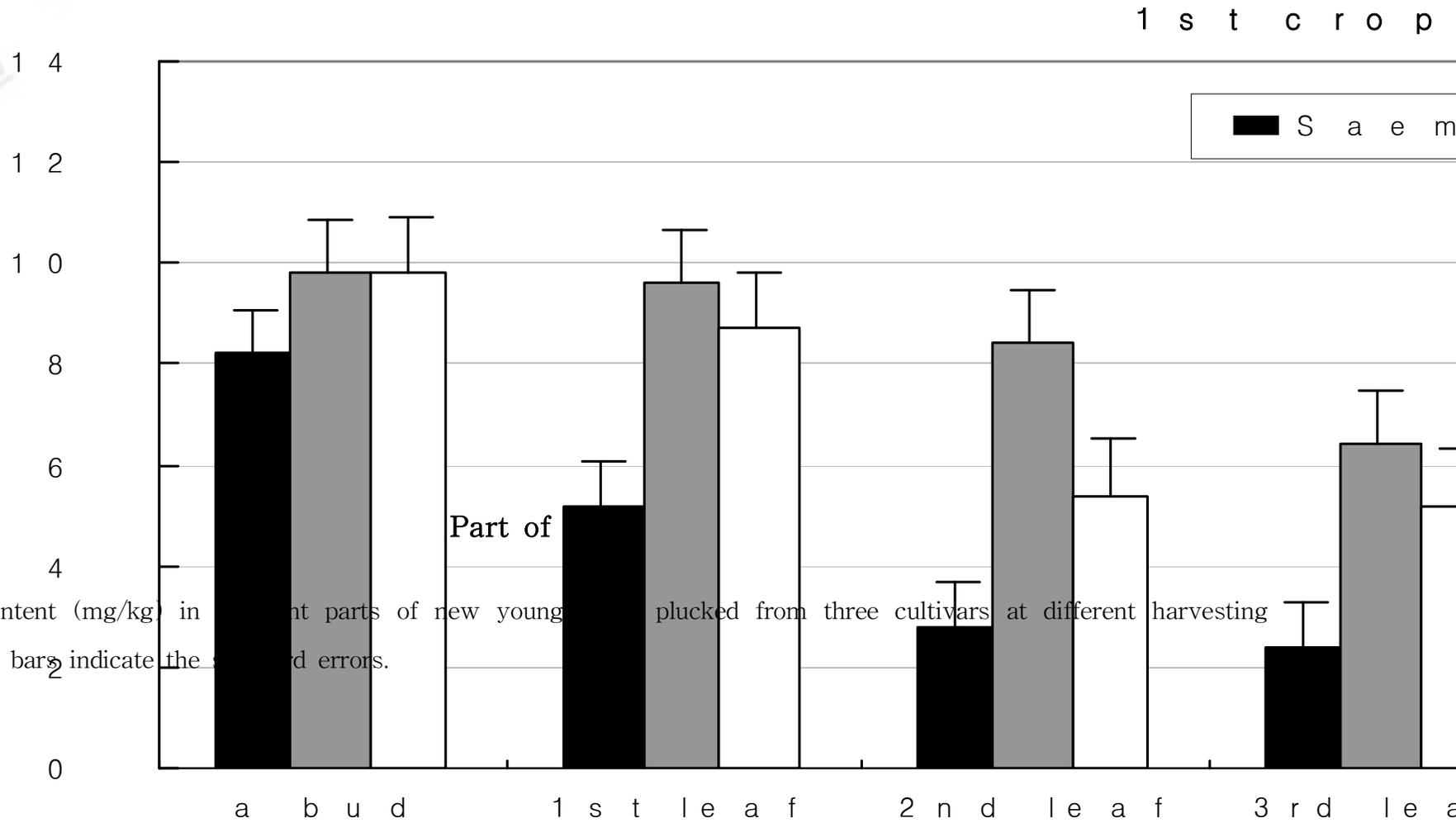


Fig. 52. Cu content (mg/kg) in different parts of new young plucked from three cultivars at different harvesting stages. Vertical bars indicate the standard errors.

V. 종합고찰

제주지역 환경조건에서의 품종과 수확기에 따른 생육단계별 신초의 품질관련 성분 및 무기성분의 특성을 분석하고자, 2009년부터 2011년까지 3개년동안 본 연구를 수행하였다. 조생종 사에미도리, 중생종 야부기다 및 만생종 후순 3 품종을 공시하여 1번차, 2번차 및 3번차 시기에 1심 1엽부터 1심 5엽에 이르기까지 신초의 품질 및 무기성분 특성을 조사하였다. 품종 및 수확기에 따른 신초의 부위별 특성은 1심 5엽기에 신초를 채취하여 심, 상위 1엽, 2엽, 3엽, 4엽, 5엽과 줄기 등 7부위로 분리하였으며, 줄기는 엽과 심을 제거한 후 다시 위치별로 상위, 중간, 하위 부분으로 분리하여 그 특성들을 조사하였다.

녹차의 고품질화와 균일성은 국내의 차별성과 경쟁력 향상에 매우 중요한 요인이 된다. 또한, 음료용으로 생산되는 찻잎은 총 유리 아미노산 함량과 테아닌 함량이 매우 중요한데, 본 시험에서 품종별 수확기에 따른 신초의 총 유리 아미노산과 테아닌 함량은 모든 품종에서 1번차가 가장 높게 나타났고, 2번차는 3번차보다 급격히 감소하여 약간 낮아지는 경향을 나타내었다. 또한 찻잎의 생육단계에서는 1심 1엽에서 높았고, 1심 5엽으로 진행됨에 따라 급격히 낮아졌으며, 1번차와 2번차에서 심하게 나타났고, 3번차와 4번차에서는 완만하게 낮아지는 경향을 보였다. 그리고, 신초의 부위별 특성에서는 심과 상위 1엽에서 가장 높았고, 하위엽으로 갈수록 낮아지는 경향이었으나, 줄기에서는 하위 4엽과 5엽보다 1% 이상 높아 상위 3엽수준의 높은 경향을 보였는데, 이는 줄기 부분도 차로써 활용 가치가 있는 것으로 판단되었다. 또한 사에미도리 품종이 다른 품종에 비해 1번차에서 아미노산 함량이 높은 경향을 나타냈고, 2번차와 3번차에서도 하위엽으로 갈수록 다른 품종보다 높게 유지되기 때문에 품질을 고려한 채엽 위치와 방법을 설정할 때 달리 적용되어야 할 것으로 판단되며, 또한 품질을 고려할 때도 유리한 품종으로 판단되었다.

이러한 결과는 Tanaka 등(1989)이 야부기다 1번차에서 총 유리아미노산의 함량이 엽위에 따라 감소한다고는 보고, Saba와 Takyuu(1998)는 야부기다 품종에서 2번차의 아미노산 함량은 3번차보다 적거나 비슷하다고 하였다는 보고, 그리고 Lee 등(2004)이 하우스 재배에서 데아닌 함량은 0.83~2.31% 범위였고, 첫물차 1.64%, 두물차 1.40%, 세물차 1.29%로 감소하였다는 보고와, Park 등(2008)이 육지부 재래종에서 데아닌의 함량이 2번차가 3번 차보다 약간 높게 나타났다고 보고 등과 유사하였다. 그러나, 이러한 보고는 대부분 1번차에서 3번차까지 보고들이 많은데 4번차까지 품질에 대한 연구보고가 거의 없는 실정이다. 본 연구에서 1번차부터 4번차까지 일반적인 재배관리를 통하여 품질특성을 분석한 결과, 4번차에서 총 유리 아미노산 함량이 2번차와 3번차 보다 높은 경향을 보여 4번차를 활용을 위한 세부적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이러한 결과는 차나무가 음지성 식물로써 선선한 기후를 좋아하기 때문에 2번차와 3번차는 온도가 높은 조건(Fig. 4)을 경과하고, 4번차는 선선한 기후를 경과하면서 찻잎의 경화가 서서히 진행된 결과로 생각되어진다.

차의 기능성 성분으로, 항산화, 항암, 항균 작용을 나타내는 총 카테킨 함량은 생육단계가 진행되어 채엽이 늦어질수록 감소하는 경향이였다. 그러나 총 유리 아미노산과는 달리 1번차에서 가장 낮았고 2번차에서 가장 높았으나, 감소의 정도는 2번차에서 가장 급격히 이루어졌다. 야부기다 품종의 연차간 특성에서도 3개년 동안 생육단계가 진행되어 채엽이 늦어질수록 감소하는 경향이였다. 그러나, 수확기 간에는 총 유리 아미노산과는 달리 2번차에서 가장 높았고, 1번차와 4번차에서 가장 낮은 경향을 보였다. 또한, 신초 부위별 특성에도 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산과 같이 하위엽으로 갈수록 낮아지는 경향을 보였지만, 그 정도는 매우 적게 진행되었다. 반면 줄기의 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산이 상위 3엽 수준으로 증가 하였던 것과는 달리 급격히 떨어지는 경향이었고, 수확기 간에는 2번차 > 3번차 > 1번차 순이었으나 2번차와 3번차간 차이는 적은 편이었다. 품종간 부위별 함량은 사에미도리 품종이 1번차에서 다른 품종과는 달리 뚜렷하게 낮아지는 경향을 보였고, 2번차와 3번차에서도 가장 낮은 경향을 보였다.

카테킨 성분은 모든 차나무에 부위마다 존재하나 새눈과 잎에 12~18% 정도 함유하는 것으로 알려져 있는데, Lee 등(2004)은 품종 및 수확기별 함량에서 10.33%~13.85% 범위로 첫물차 11.57%, 두물차 12.59%, 세물차 12.90%로 시기별로 갈수록 증가한다고 하였다. 또한, Park 등(1997)은 수확기별로 세물차 9.07~13.90%, 두물차 9.12~13.36%, 첫물차 8.41~12.02%로 갈수록 증가하였다는 보고와 Muramas(1994)와 Kim(1996) 등이 카테킨 함량은 온도가 상승하고 햇빛이 강할 때 합성이 촉진되어 계절적 별로는 8월경에 가장 많았다는 보고와 비교할 때 상이한 결과로 이는 지리 환경적 특성과 품종 그리고, 당해 연도 기상 및 재배환경에 영향을 받는 것으로 생각되어 진다.

카페인 함량은 모든 품종에서 신초가 크게 자랄수록 감소하였다. 품종의 반응은 수확기에 따라서 약간 달라지는 경향이였다. 사에미도리 품종에서는 1번차에서 가장 높고, 3번차, 2번차 순이었다. 연차적 변이에서 카페인 함량은 1번차는 2009년도가 가장 낮았고, 2011년에 가장 높은 경향을 보였으며, 3번차와 4번차에서는 연차간 차이가 뚜렷하지 않았다. 생육단계별 카페인 함량은 총 유리 아미노산과 총 카테킨 함량 변화와 같이 1심 1엽에서 가장 높았고, 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 낮아지는 경향을 보였다. 한편 신초의 부위별 카페인 함량의 특성은 총 유리 아미노산의 특성과 같이 하위엽으로 갈수록 감소하는 경향을 보였으며, 줄기에서는 수확기 간에 3번차 3.52~3.99%, 1번차 3.25~3.58%, 2번차 2.79~3.20% 순이었으며 이는 상위 3엽 수준 정도로 높은 경향을 보였다. 이는 국내 재래종(Park 등, 2008)과 야부기다 품종(Anan 등, 1991)에서 채엽단계에 따라서 감소하고 수확기 간에는 차이가 없다는 보고와 비교해 볼 때 유사하였고, 품종간 그리고 동일 품종에서의 연차간 카페인 함량에 변이가 나타나고 있는 바(Ikeda 등, 2006), 품종과 환경에 따라 수확기 함량 차이의 정도가 달라질 수 있는 것으로 생각되었다.

탄닌 함량은 생육이 진행될수록 함량은 감소하는 경향이 뚜렷하였고, 연차간에는 2009년도 1번차에서 15~18%로 낮았던 경우를 제외하고는 큰 차이가 없이 비슷한 경향을 보였고, 4번차에서 약간 낮은 반면, 나머지 수확기간에는 비슷한 양상을 보였다. 생육이 진행될수록 탄닌 함량은 감소하는 경향이였으나, 1심 2엽

이후 급격히 감소한 다음 1심 3엽기부터 5엽기까지 변화가 완만해지는 경향을 보였다. 품종에 따라서는 탄닌 함량과 변화 양상이 수확기에 따라서 약간 달라지는 경향이였다. 1번차에서는 탄닌 함량이 사에미도리 품종에서 가장 높았으나, 2번차에서 후순에서 가장 높았고, 3번차에서는 이들 양상이 생육단계에 따라 달라졌다. 또한, 신초의 부위별 특성에서는 탄닌 함량이 하위엽으로 갈수록 감소하였고, 줄기에서는 1번차 12.9~15.6%, 2번차 14.4~14.8%, 3번차 15.7~16.4%로 카테킨 성분과 같이 엽에 비하여 현저히 낮은 경향이였다. 이러한 결과는 야부기다에서 채엽단계가 늦어질수록 탄닌과 폴리페놀의 함량이 감소하였다는 보고(Ana 등, 1991; Tanaka 등, 1989)와 매우 유사한 경향이였으나, 국내 재래종의 경우 채엽단계에 따라서는 감소하나 채엽시기에 따라서는 증가하였다는 보고(Park 등, 2008)와는 조금 상이한 경향이였다. 그런데 품종에 따라서 탄닌 함량에 차이가 있고(Ikeda 등, 1993; Tanaka 등, 1989), 수확기에 따른 함량 차이가 품종에 따라서는 연차간의 변이로 나타나고 있어서(Ikeda 등, 1993) 품종에 따른 환경에 대한 반응 정도는 달라질 수 있을 것이다.

비타민 C 함량은 모든 품종에서 1번차의 비타민 C 함량이 가장 높았고, 2~3번차간 차이는 없었다. 사에미도리와 야부기다 품종에서는 생육이 진전될수록 함량 변화가 적은 편이였으나, 후순 품종은 1번차의 경우 함량이 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이는 앞의 다른 품질관련 성분들의 변화와는 전혀 다른 양상이였다. 연차간에는 2009년도에 1번차에서 310~380mg/kg으로 1번차와 4번차에서 약간 높은 경향을 보였으며, 생육단계에서는 생육이 진전되면서 큰 변화가 없거나 미미하게 높아지는 경향을 보였다. 새싹의 부위에서 1번차의 줄기 부분을 제외한 나머지 부위에서는 상위엽보다 하위엽으로 갈수록 높아지는 경향을 보였으나, 2번차와 3번차에서는 비슷한 특성을 보였다. 줄기 부분은 1번차와 2번차에서는 엽에 비해 감소하였으나 3번차는 비슷하였는데, 이는 앞의 품질관련 다른 성분들의 변화 양상과는 다르다. 이는 Tanaka 등(1989)이 야부기다 품종에서 1번차가 2번차보다 함량이 낮았다는 보고와 Park 등(2008)이 국내 재래종에서 수확기가 늦어질수록 함량이 낮아졌으나 채엽단계에 따라 감소한다는 보고와도 다소 차이가 있는 것이다. 그러나 이는 동일 품종에서도 연차간 변이를 나타내고, 그 정도의 차이도 다르다고 보고(Ikeda 등, 2006)된 바, 환경의 영향에 의한

품종의 반응 차이와 관계되는 것으로 생각되었다.

차잎의 품질에 관계가 많은 조섬유 함량은 생육단계에 따라서 하위엽이 많아질수록 다른 성분과는 달리 뚜렷이 높아지는 경향을 보였다. 수확기 간에서는 2번차가 가장 높았고, 부위별 특성에서는 상위엽 보다는 하위엽으로 갈수록 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 Tanaka 등(1989)의 보고와 일치하는 경향이었는데, 하위엽으로 갈수록 잎이 경화되는 것과 관계되는 것으로 생각되었다. 그리고, 줄기 부분은 1번차에서는 하위 5엽 보다는 적은 경향을 보였고, 2번차와 3번차는 비슷한 경향을 보였으나, 줄기의 부위에 따른 조섬유 함량이 달라질 수 있으므로 향후 세부적인 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

차잎의 무기성분 특성에서 차 품질에 가장 많은 영향을 미치는 총 질소 함량은 수확기간에는 1번차 4~6%로 높았고, 2번차와 3번차는 3.0~5.5%로 비슷한 경향을 보여 총 유리 아미노산 함량 비슷한 경향을 보였다. 채엽단계에서는 1심 1엽이 가장 높았고, 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 낮아지는 경향이 있었다. 품종간에는 야부기다 품종에서 가장 높은 편이었고, 후순, 사에미도리 품종 순으로 나타났다. 신초의 부위별에서는 심에서 가장 높았고, 하위엽으로 갈수록 낮았으며, 1번차를 제외하면 줄기에서 가장 낮았다. 수확기 간에는 1번차에서 신초내 함량 차이는 적은 편이었고 2번차와 3번차에서는 1번차보다 신초내 함량의 차이는 큰 편이었으나, 품종간 경향은 비슷하였다. 이러한 결과는 일본 및 국내 녹차의 T-N 함량은 3~6% 내외로 보고(Kim 등, 2000; Oishi, 1988; Park. 등, 2008)되어 왔으나, 본 연구에서는 1심 3엽을 기준으로 한다면 6~10%로 매우 높은 수준이었다. 특히 제주지역의 야부기다 품종에서도 5~6% 내외의 함량이 보고(Kim 등, 2000)된 바 있다. 그러므로 본 연구에서 높게 나타난 것은 지역적 또는 수확기 요인에 따른 차이라기 보다는 시비법 등과 관계된 재배적인 요인이 보다 크게 관계하는 것으로 보아졌다.

생육단계별 K 함량은 1심 1엽에서 약간 낮고 이후 생육단계에서 일정한 수준을 유지하였고, 수확기 간에는 1번차가 약간 높은 경향을 보였을 뿐 전체적으로 2% 내외로 비슷한 경향을 보였다. 신초 부위별 특성에서 품종 간 차이는 1번차를 제외하고는 차이가 없었다. 1번차에서 K 함량은 사에미도리 품종에서 3% 내

외로 가장 높게 유지되었으며, 후순이 야부기다 품종보다 심과 상위 1엽, 그리고 5엽과 줄기에서 약간 높은 경향이었으나 나머지는 2% 내외로 비슷한 수준이었다. 1번차의 사에미도리 품종을 제외하면 수확기와 신초 부위에 따른 K 함량은 2% 내외로 큰 차이는 없었다. 이는 이전에 보고된 K 함량, 엽위 및 수확기별 경향(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)과 매우 유사한 편이었다.

Mg 함량은 0.1~0.15% 내외로서 수확기 및 생육단계 간에는 차이는 거의 없었고, 품종 간에는 1번차에서는 후순이 생육이 진행됨에 따라 높아지는 경향이었고, 2번차에서는 사에미도리 품종이 0.1% 내외로 가장 낮았으며, 후순 품종이 0.14% 내외 높은 경향을 보였다. 부위별 특성에서 Mg 함량은 0.2% 내외로서 K 함량의 약 1/10을 나타내었고, 품종 간, 수확기별 또는 부위별 차이는 거의 없었다. 이전의 연구보고와 비교할 때 함량과 수확기별 경향은 유사하였으나, 엽위에서는 하위엽 일수록 감소한다는 것과는 차이가 있었다(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978).

Ca의 함량은 0.04~0.11% 내외로 수확기 간에는 큰 차이가 없이 1번차가 조금 높은 경향이었고, 생육단계에서는 1심 1엽보다 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 높아지는 경향을 보였다. 부위별 특성에서 심에서 하위엽과 줄기로 갈수록 증가하는 경향이었으나, 이는 1번차에서 뚜렷하게 나타나고 2번차와 3번차로 갈수록 점차 적어지는 경향이였다. 품종간 함량 비교에서는 야부기다 품종이, 특히 하위엽과 줄기 부분에서 높은 경향이였다. 이전의 연구보고와 비교할 때 함량에서 약간 높게 나타난 것을 제외하면 엽위별 및 수확기별 경향은 유사하였다. 그러므로 본 연구에서 이들 다량원소의 함량이 지역과 품종에 따라 조금씩 달라질 수 있음을 알 수 있었다.

Fe의 함량은 1번차 150~240mg/kg, 2번차 130~210mg/kg, 3번차 80~130 mg/kg 내외순으로 낮은 경향이었고, 생육단계에서는 1심 3엽과 1심 4엽에서 낮아지는 경향을 보였지만 대체적으로 함량의 큰 변화는 없었다. 이는 이전의 연구보고(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)와 매우 유사한 것이였다.

Cu의 함량은 6~16mg/kg 내외인데, 품종간 차이는 적었으며, 수확기 및 생육 단계에서는 약간 감소하는 경향이였다. 부위별에서도 2~10mg/kg 내외인데, 품종간 차이는 적었으며 상위엽 및 수확기에 따라서 약간 감소하는 경향이였다. 이는 이전의 연구보고(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)와 매우 유사하였다.

Zn의 함량은 40~80mg/kg 내외로 수확기 간에는 1번차 > 3번차 > 2번차 순이었으나 차이는 크지 않았다. 생육단계에서는 전체적으로 1심 1엽에서 높았고, 1심 5엽으로 진행됨에 따라 낮아지는 경향을 보였다. 부위별 특성에서 감소 경향이 뚜렷하게 나타났다. 이는 국내에서 보고(Ko 등, 2010)된 수준과 일치하였으며, 일본에서 보고(Katsunori 등, 2005)된 야부기다의 함량보다는 높은 편이었다. 엽위 및 수확기별 경향에서는 이전 보고(Hirotsugu 등, 2005; Etsuo 등, 1978)와 유사하였다.

Mn의 함량은 3번차 250~420mg/kg, 1번차 200~380mg/kg, 2번차 160~280mg/kg 내외 순이었으며, 생육단계에서는 대체적으로 1심 1엽보다는 1심 5엽으로 생육이 진행됨에 따라 높아지는 경향을 보였다. 품종간에는 1번차와 2번차에서는 야부기다 품종이 높았고, 사에미도리 품종이 낮은 경향을 보였으나, 3번차에서는 사에미도리 품종이 높아지고 야부기다 품종이 낮아지는 경향을 보였다. 부위별 특성에서는 함량은 100~650mg/kg 내외를 나타내었는데, 심에서 5엽으로 갈수록 증가하나 심에서는 상위 1~2엽 수준으로 낮았으며, 수확기별로는 2번차에서 가장 증가폭이 적어 낮은 편이었고, 1번차, 3번차 순으로 높은 함량을 보였다. 품종간 비교에서는 야부기다와 사에미도리 품종이 후순 품종보다 높은 수준을 나타내었다. 이는 일본에서의 야부기다 품종에서 보고(Hirotsugu 등, 1985; Katsunori 등, 2005; Etsuo 등, 1978)된 경향과 매우 유사하였다. 그러므로 품종간 차이도 분명한 것으로 생각되었다.

Na 함량은 1번차에서 400~600mg/kg, 2번과 3번차 100~300mg/kg 내외를 나타내어 1번차에서 가장 높게 나타났고, 3번차, 2번차 순이었다. 이는 Ko 등(2010)이 제주지역 녹차의 무기성분 분포특성에서 1번차의 Na 함량 315.3~370.7 mg/kg 라는 보고와 비교할 때 1번차는 비슷하거나 약간 높았고, 2번차와 3번차

에서 비슷하거나 약간 낮은 경향을 보였다. 따라서, Na 함량은 수확기와 생육 환경적 특성에 따라 변이폭 매우 크기 때문에 추가적인 연구 필요할 것으로 판단된다.

VI. 적 요

제주지역 환경조건에서의 차 품질에 영향을 미치는 요인을 평가하고자 품종 및 수확기에 따른 신초의 품질관련 성분과 무기성분의 특성을 분석하였다. 조생종 사에미도리, 중생종 야부기다 및 만생종 후순의 3개 품종을 이용하였으며, 신초 생육단계를 1심 1엽기부터 1심 5엽기까지 5단계로, 신초 부위를 심, 1엽, 2엽, 3엽, 4엽, 5엽, 줄기의 7부위로, 그리고 줄기 부위를 상, 중, 하의 3부위로 구분하였다.

품종별 수확기에 따른 생육단계별 품질특성에서 총 유리 아미노산과 테아닌 함량 변화는 비슷한 경향을 나타냈는데, 수확기별로는 1번차에서 가장 높았으며 생육단계에서는 생육이 진행될수록 감소하였다. 총 카테킨 함량은 1번차에서 가장 낮았고 생육단계에서는 생육이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였다. 카페인과 탄닌 함량도 생육이 진행됨에 따라서 감소하는 경향을 보였으나, 비타민C 함량은 1번차 시기에 가장 높았고 생육단계에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 2번차와 3번차 시기에는 일정한 수준을 나타내었다. 조섬유 함량은 수확기 간에는 차이가 거의 없었으나 생육이 진행됨에 따라 뚜렷이 증가하는 경향을 보였다. 이들 성분들의 함량에 있어서 수확기와 생육단계에 따라 품종의 반응은 다르게 나타났다.

품종별 수확기에 따른 생육단계별 무기성분 특성에서 신초의 총 질소함량은 생육단계에 따라서는 감소하는 경향이었고 품종간 차이는 없었다. 수확기 간에는 1번차가 높았고, 2번차와 3번차는 비슷한 경향을 나타내었다. K와 Mg 함량은 품종, 수확기 및 생육단계에 큰 차이를 보이지 않았다. Ca 함량은 생육단계에 따라 증가하는 경향이었고, 수확기와 품종간 차이는 없었다. Fe의 함량은 품종 및 생육단계에 따른 차이는 적었고, 수확기에 따라서는 3번차에서 다소 낮은 경향이 있었다. Cu 및 Zn의 함량은 품종 및 수확기 간 차이가 없었고, 생육단계에 따라서는 약간 감소하는 경향이었고, Mn의 함량은 3번차 > 1번차 > 2번차 순이었으며, 생육단계에서는 증가하는 경향이었고, Na 함량은 1번차에서 높았고, 2, 3번차에

서 비슷하였고 생육단계와 품종간 차이는 적었다.

야부기다 품종을 대상으로 한 연차적 품질특성에서 모든 성분들의 생육단계와 수확기에 따른 변화는 매우 유사하게 나타났다. 총 유리아미노산과 테아닌 함량은 1~3번차에서는 2011년이 가장 높았으나, 4번차에서는 2010년이 가장 높게 나타났다. 총 카테킨 함량은 1번차에서는 2011년이, 2~4번차에서는 2010년이 가장 높게 나타났다. 카페인 함량은 1, 2, 4번차에서는 2011년이, 3번차에서는 2010년이 가장 높게 나타났다. 탄닌, 비타민C, 조섬유 함량은 연차간 변이가 매우 적은 것으로 나타났다.

품종 및 수확기에 다른 신초의 부위별 품질특성에서는 총 유리 아미노산, 테아닌 및 카페인 함량의 신초 부위별 특성은 유사하게 나타났는데, 상위엽에서 하위엽으로 갈수록 감소하는 경향이었고, 줄기 부분의 함량은 하위 4엽과 5엽보다 높게 나타났다. 그러나 감소 정도는 품종과 수확기에 따라 다르게 나타났다. 총 카테킨과 탄닌 함량도 비슷한 경향을 나타내어 하위엽으로 갈수록 낮아졌으나, 줄기 부분의 총 카테킨 함량은 총 유리 아미노산과는 달리 현저히 떨어지는 경향이였다. 비타민C 함량은 상하위엽간 차이가 분명치 않았으나, 줄기는 가장 낮은 편이었다. 조섬유 함량은 품종과 수확기 간에 관계없이 상위엽에서 하위엽으로 갈수록 증가하는 경향이었고, 줄기 부분은 하위 5엽과 비슷한 수준이었다. 줄기의 부위별 함량 수준은 모든 성분에서 인접한 신초 부위의 수준과 매우 유사하게 나타났다.

품종 및 수확기별 신초 부위에 따른 무기성분 변화에서 신초의 다량원소 함량은 T-N>K>Mg>Ca>Na 순이었고, 미량원소 함량은 Mn>Fe>Zn>Cu 순이었다. 품종간 차이는 T-N와 Mn에서 1번차 수확기에 뚜렷하게 나타났고, 다른 수확기와 성분 함량에 있어서는 거의 나타나지 않았다. 하위엽 일수록 함량이 뚜렷하게 낮아지는 성분은 T-N과 Zn이었으며, Ca는 뚜렷하게 증가하는 경향을 나타냈다. 나머지 성분은 엽위에 따른 차이가 거의 없는 편이었다. 수확기에 따라서는 Fe, Mn 및 Na가 뚜렷한 함량 변화를 나타내었다.

VII. 인용문헌

- 村松敬一郎. 1991. 茶の科學. 裳華房店(日本). pp. 32-40, pp. 85-93.
- 최병환. 1998. 차도 문화와 차나무 재배 재차 가공기술. 용성출판사. pp. 163-170.
- 大石千八. 1988. 新茶業全書. 社團法人 靜岡縣茶業會議所. Shisuoka. pp. 37-39.
- 佐波哲次, 山下正隆, 武弓利雄. 1994. 窒素施肥條件がチャの根圏形成に及ぼす影響. 日作九支報. 60: 30-35.
- 高柳博次, 池谷賢次郎. 1989. 茶研報 茶技研發表會講演要旨. 70: 123-124.
- 김영경. 2009. 녹차의 기능성과 활용. 차의 기능성과 활용방안 한중국제 세미나 자료. 제주녹차협력단. 9-32.
- 김종태. 1996. 차의 과학과 문화. 보림사. 88-92.
- 이균호. 1998. 고품질 차 생산을 위한 재배관리와 제조 및 가공. 제주지역 차 생산의 실용화 확대 방안에 관한 심포지엄. pp. 32-33.
- 농촌진흥청. 2007. 차 재배 기술(표준영농교본).
- 신미경. 2007. 차와 웰빙문화. 제주녹차 발전과 차문화 저면확대를 위한 세미나. 제주녹차협력단. pp. 25-36.
- Anan, T., H. Takayanagi, K. Ikegaya, and M. Nakagawa. 1991. Changes in chemical components during the development of tea shoots and manufacture of green tea. Bull. Natl Res. Inst. Vege. Ornam. Plants Tea. Series B(Kanaya). 4: 25-91.
- Cabrera, C., R. Artacho, and R. Gimenez. 2006. Beneficial effects of green tea-a review. J. Amer. Coll. Nutr. 25: 79-99.

Chaturvedula, V. S. P. and I. Prakash. The aroma, taste, color, and bioactive constituents of tea. *J. Med. Plants Res.* 5:2110-2124,

Chun, J. U., J. T. Lim, J. Choi, J. H. Kim, and K. C. Lim. 2003. Classification of Korean native tea tree germplasm based on chemical components. *J. Kor. Tea Soc.* 9(1): 103-111.

Etsuo, M., T. Hirotsugu, and N. Muneyuki. 1978. Distribution of the chemical constituents in different position of tea shoot. *Tea Res J.* 47: 48-52.

Hirotsugu, T., A. Toyomasa, I. Kenjiro, and N. Muneyuki. 1985. Variation of the chemical constituents during the development of tea shoots. *Tea Res. J.* 61: 20-25.

Ikeda, N., H. Horie, T. Mukai, and T. Goto. 1993. Varietal difference of chemical constituents in first and autumn flushes of tea plants. *Tea Res. J.* 77: 13-21.

Ikeda, N., H. Horie, T. Mukai, and T. Goto. 2006. Yearly changes in contents of chemical constituents in first flushes of tea cultivars. *Jpn. J. Crop Sci.* 71: 511-517.

Ikeda, N., and Y. G. Park. 2002. Morphological characteristics of Korean wild tea populations. *Japan J. Breeding Research.* 4: 193-200.

Iwasa, K. 1977. Biosynthesis of catechins in tea plant. *Bull. Natl Res. Inst. Tea.* 13: 101-126.

Kato, T. 1997. Environmental problems related to heavy application of nitrogen fertilizer in Japanese tea farming. *The Korea-Japanese Symposium on Tea Soc. & Cul.* 8-12.

- Katsunori, K., H. Nobuyuki, O. Eiji, K. Shukou, and U. Tomomi. 2005. Changes in metal contents during the manufacturing process of Sencha and in different positions of the tea shoot. *Tea Res. J.* 99: 31-36.
- Kim, A. H., D. Han, and J. D. Park. 2004. Changes of some chemical compounds of Korean (Posong) green tea according to harvest periods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 36: 542-546.
- Kim, C. M., J. C. Choi, and S. K. Oh. 1980. Chemical change of major tea constituents during tea manufacture. *Kor. J. Food and Nutri.* 12: 99-104.
- Kim, J. H., M. J. Kim, H. K. Oh, M. J. Chang, and S. H. Kim. 2007. Seasonal variation of mineral nutrients in Korean common fruits and vegetables. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 17: 860-875.
- Kim, J. W., J. K. Kim, J. H. Kim, G. H. Shin, J. S. Han, J. H. Park, K. S. Cho, and H. K. Choi. 1998. The current status of tea cultivation and utilization in Taiwan. *J. Kor. Tea Soc.* 4(2): 93-104.
- Kim, J. W., G. H. Shin, J. H. Kim, Y. S. Im, J. S. Han, and H. K. Choi. 1996. The current status of tea cultivation in Korea. *J. Kor. Tea Soc.* 2(2): 209-216.
- Kim, Y. G., H. S. Ryu., and J. H. Lee. 2000. Optimal plucking time determination of growth and chemical components of tea (*Camellia sinensis* var. *sinensis*) shoots in tea field with east-west ridge. *J. Kor. Tea Soc.* 6(3): 111-119.
- Ko. K. S., S. S. Oh, J. H. Lee, J. W. Hyun, and Y. G. Kim. 2010. Distribution of inorganic elements in Jeju green tea. *J. Kor. Tea Soc.* 16(1): 85-88.

- Koji, U., K. Masato, and M. Nobuyuki. 2007. Determination of the geographical origin in different soil parent materials of tea with inorganic element composition. *Tea Res. J.* 103: 51-60.
- Lee, S. K., K. S. Cha, and I. T. Kim. 1983. Studies on the physico-chemical properties and characterization of soil organic matter in Jeju volcanic ash soil. *J. Kor. Soc. Soil. Sci. Fert.* 16: 20-27.
- Lee, S. H., K. S. Choi, and J. Choi. 2004. Change of chemical components of tea due to plucking season during cultivation in greenhouse. *J. Kor. Tea Soc.* 10(1): 64-73.
- Ma, L. F, Y. Z. Shi, and W. Y. Han. 2003. Inorganic elements concentrations of famous green teas in china. *J. Tea.* 29(2): 83-85.
- Ma, Y., X. Qiu, T. Xiong, and M. Xie. 1995. Total and individual content of inorganic elements in tea. *J. Tea Sci.* 15(2): 87-91.
- Nesumi, A., Y. Takeda, and K. Wada. 1997. Trial calculations of catechins yield and its varietal differences in tea leaves. *Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.* 79-81.
- Nakagawa, M., and K. Furuya. 1975. Varietal difference of amino acids, tannin and total nitrogen in tea shoots. *Study of Tea.* 48: 84-95.
- NIAS. 2000. Methods of soil and crop plant analysis, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.
- Oh, M. J., and B. H. Hong. 1995. Genetic relationship among Korean native tea trees (*Camellia sinensis* L.) using RAPD Markers. *Kor. J. Breed.* 27: 140-147.

- Oh, M. J., and B. H. Hong. 1995. Variation in chemical components of Korean green tea (*Camellia sinensis* L.) resulted from developing stages and processing recipe. *Kor. J. Crop Sci.* 40: 518-524
- Park, J. H. 1997. Studies on the distribution of chemical components in different position of tea leaves. *J. Kor. Tea Soc.* 3(1): 47-56.
- Park, J. H., J. W. Kim, J. K. Kim, J. S. Han, J. H. Shin, J. Choi, and K. Choi. 2008. Distribution of the chemical constituents in different parts of tea shoots for Okro. *J. Kor. Tea Soc.* 5(2): 89-97.
- Park, J. H., and K. S. Kim. 1998. Studies on growth environmental and inorganic components of Korean native tea plants (*Camellia sinensis* O. Kuntze). *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 31: 25-32.
- Park, J. H., Y. O. Kim, S. H. Nam, and J. K. Kim. 2008. Effect of plucking season and days on main component content of green tea. *J. Kor. Tea Soc.* 14(1): 167-174.
- Saba, T., and T. Takyuu. 1998. Varietal differences in growth and amino acid content of new shoots under some levels of fertilizer application in nursery tea plants. *Rep. Kyushu Br. Crop Sci. Soc. Japan.* 64: 50-52
- Saijo, R. 1981. Changes of catechin contents in tea leaves during development. *Study Tea.* 61: 28-30.
- Takanayagi, H., and M. Nakagawa. 1978. Distribution of the chemical constituents in different position of tea shoot. *Tea Res. J.* 47: 48-52.
- Takayanagi, H., T. Anan, K. Ikegaya and M. Nakagawa. 1985. Variation of the chemical constituents during the development tea shoots. *Tea Res. J.* 61: 208-25.

- Tanaka, S., K. Iwasa, S. Fukatsu, H. Aono, S. Tanaka, and T. Saba. 1989. Relationship between plucking time and the quality of green tea. Bull. Natl Res. Inst. Vege. Ornam. Plants Tea. Series B(Kanaya). 3: 55-64.
- Zoyas, A. K. N., P. Loganathan, and M. J. Hedley. 1999. Phosphorus utilisation efficiency and depletion of phosphate fractions in the rhizosphere of three tea (*Camellia sinensis* L) clones. Nutrition Cycling in Agoecosystems. 53: 189-201.

감사의 글

내가 녹차와 인연을 맺은 지난 5년을 되돌아 보면, 참으로 감회가 새롭게 든다. 생소했던 녹차 업무를 처음 시작하면서, 다가온 우리나라 녹차산업 친체기는 한때 내가 가장 고민하면서 갈등이 많았던 지난날이 아니었나 싶다.

우선, 이러한 어려운 속에서도 제가 곳곳하게 녹차 연구의 길과 함께 대학원에 입학할 수 있도록 하여 주시고, 오늘이 있기까지 지도 편달을 아끼지 않았던 송관정 지도교수님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

논문이 완성되도록 심사 위원장을 맡아 많은 격려를 하여주신 강훈 교수님, 좋은 논문이 될 수 있도록 도와주신 조영영 교수님, 강성근 국장님, 김영겨 학회장님, 그리고 소인섭 교수님과 한상헌 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

그리고, 학위 논문을 쓸 수 있도록 배려 하여주신 고성준 원장님, 이상순 국장님, 김봉찬 장장님, 그리고 박재권 실장님 등 직장 동료 여러분께도 깊은 감사를 드립니다. 그리고, 대학원 생활을 하면서 많은 도움을 주신 과수육종 연구실 김태균 연구사님, 오은의님, 김선헌님 등 실험실 동료 여러분들과 설측차 연구소의 이진호 대표님과 이면석 연구원 등 직원 여러분들께도 감사를 드립니다.

오늘 논문이 완성되기 까지 지난 3년동안 시험포장과 실험실에서 조사한 분석 및 자유펅지 등을 아낌없이 협조하여 주신 윤정희님, 강재건님, 김은덕님, 양순영님 등 녹차기술지원센터 동료 여러분들과 김창예 회장님을 비롯한 녹차 재배농가 여러분들께도 고맙다는 말씀을 전합니다.

그리고, 농사일 등으로 항상 어려운 환경속에서도 오늘이 있기까지 버팀목이 되어주신 아버님과 어머니님, 형님과 동생들, 그리고 부족한 사위를 늘 옆에서 지켜봐 주시는 장모님과 처형, 처남에게도 감사를 드립니다.

끝으로, 이쁜 딸 지윤, 마음착한 아들 창현과 항상 집안의 맡겨느니 역할을 묵묵히 하여주는 사랑스런 아내 김매현님께도 깊은 감사를 드리고, 지금은 하늘에 계시는 장인어른께 감사의 말씀과 함께 이 소고를 바칩니다.