

## 송순차의 화학적 특성 및 품질관련 효모의 동정

강정화 · 유맹자\* · 정희종\*\*

전라남도농업기술원 · 송원대학 식품영양과\* · 전남대학교 식품공학과\*\*  
(2000년 7월 23일 접수)

### Chemical Properties of Pine Sprout Tea and Identification of the Related Yeasts

Jeong-Hwa Kang, Maeng-Ja Yoo\*, and Hee-Jong Chung\*\*

Chonnam Agricultural Research and Extension Service

Department of Food & Nutrition, Songwon College\*

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University\*\*

(Received July 23, 2000)

### Abstract

In order to optimize the quality of pine sprout tea, its chemical properties were analyzed and the yeasts associated with the quality of pine sprout tea during the storage were isolated and identified. In proximate composition moisture content was 20.13%, but other components except sugar were relatively low. Sugars such as glucose(30.15%), fructose(19.57%), and sucrose(9.27%) were major sugars which contained up to 76.73%. Total vitamin C and soluble tannin contents were 11.31 mg% and 68.31 mg%, respectively. Thirteen kinds of free amino acids were detected, but they were contained only in trace. In fatty acid composition 64.69% of fatty acids composed mainly of saturated fatty acids and major fatty acids were oleic acid, palmitic acid, and tricosanoic acid. Among 8 mineral elements detected, calcium content was highest with 79.00 mg% and followed by potassium(45.16 mg%) and magnesium(8.93 mg%). The sweetness of pine sprout tea was gradually decreased from 70° Brix to 63° Brix and 3.2% of ethanol at the initial concentration was increased to 6.0% during the storage of 40 days. The yeasts associated with the quality and alcohol formation of pine sprout tea during the storage were identified by Biolog Microstation™ system, as *Zygosaccharomyces rouxii*, *Kluyveromyces lodderae*, *Kluyveromyces wickerhamii*, and *Pichia fluxuum*.

Key words: pine sprout tea, chemical properties, related yeasts

### I. 서론

소나무(적송, *Pinus densiflora* Siebold et Zuccarini)는 우리나라에서 가장 넓은 면적에 분포되어 있고 개체수에 있어서도 가장 많으며<sup>1)</sup> 소나무과(*Pinaceae*)에 속하는 상록교목 침엽수로 우리나라의 풍토에 잘 맞고 우리의 건강 유지에 많은 공헌을 해온 식물이다.<sup>2)</sup> 솔잎은 예로부터 구황식품으로 이용되어 왔을 뿐만 아니라 증풍을 예방하고 건위, 보혈 작용이 있으며 동맥경화

증, 고혈압, 당뇨병과 같은 성인병을 예방하는 탁월한 효능을 지니며<sup>3,4)</sup> 간장질환, 위장질환, 신경계 질환, 피부질환 등에 효과가 있다고 알려져 있다.<sup>5,6)</sup>

솔잎의 약리화적인 연구로 김 등<sup>7)</sup>의 솔잎 첨가식이 가 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향, 강 등<sup>8)</sup>의 솔잎과 썩 추출물의 기능성 검토 등이 있으며 이 등<sup>8)</sup>은 솔잎 추출물은 혈청콜레스테롤 농도를 유의하게 감소시키는 효과를 나타내는 건강식품 소재로 유용한 자원임을 시

사하였다. 또한 술잎의 항산화 물질에 관한 연구<sup>9,10)</sup> 등이 보고된 바 있다. 이러한 술잎은 오래 전부터 건강식품, 차, 녹즙 등으로 이용되어 왔으며<sup>10)</sup> 특히 최근에 한방과 기호식품분야에서 여러 가지 형태의 제품으로 활발히 이용되어<sup>11,12)</sup> 시중에 유통되고 있으나 약리학, 영양학적 측면의 연구는 최근에 와서 일부 이루어졌고 특히 이들 송순 가공제품의 화학성분 분석이나 품질 특성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 소나무 자원을 농가 소득작목으로 활용하여 농가소득 증대를 도모하고자 송순차의 화학적 특성을 구명하여 식품영양학적 가치를 평가하고 제조된 송순차 유통과정에서의 품질에 영향을 미치는 관련 미생물을 분리 동정하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 송순차의 제조과정은 정 등<sup>4)</sup>의 제조방법에 따라 5월초에 채취한 송순시료 500g을 깨끗한 물로 씻은 다음 실온에 방치하여 잔여수분을 제거하고 한봉 300g과 설탕시럽 (흑설탕 300g을 물 100ml에 녹여 제조한 시럽) 575g을 당료로 첨가하여 잘 혼합하였다. 당료와 잘 혼합한 송순은 2l 용량의 유리병에 넣고 잘 눌러 20°C의 항온기에서 60일간 담금질 한 다음 깔때기에 cheese cloth 4겹을 깔고 여과하여 송순차를 제조한 후 4°C의 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 송순차의 화학성분 분석

##### (1) 일반성분, 총 vitamin C 및 수용성 tannin 함량

송순차의 일반성분은 A.O.A.C.법<sup>13)</sup>에 준하여 분석하였고 총 vitamin C 함량은 2, 4-dinitrophenylhydrazine 비색법<sup>14)</sup>에 준하여 비색정량하였으며 수용성 tannin 함량은 차의 분석시험법<sup>15)</sup>에 준하여 분석하였다.

##### (2) 유리당 함량

송순차의 유리당 함량은 최<sup>16)</sup> 및 노 등<sup>17)</sup>의 방법으로 분석하였다.

##### (3) 지방산 조성

지질은 Bligh와 Dyer법<sup>18)</sup>에 따라 추출하였고 지방산

조성은 주 등<sup>14)</sup>의 분석방법에 따라 100ml 평저 플라스크에 취하여 0.5N NaOH 4ml를 가하고 95°C의 water bath에서 20분간 검화시켰다. 그 다음 14% BF<sub>3</sub>/CH<sub>3</sub>OH 5ml를 천천히 가하여 유도체화한 후 n-heptane 5ml를 넣어 추출하고 n-heptane층을 무수Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수한 다음 여과하여 GC주입용 시료로 하였다<sup>19)</sup>. 지방산 methylester의 분석조건은 Varian mode 3400, DB Wax capillary column(30mm×0.32mm ID 0.25µm)를 사용하였고, Detector는 FID, split ratio는 50:1, injection volume은 1.0µl, Flow rate는 20ml/min였다.

#### (4) 무기질 함량

무기질 함량은 습식분해법<sup>20)</sup>으로 분해하여 각 무기성분의 정량<sup>21)</sup>은 원자흡광광도계(Varian Model Spectra AA-300A)를 사용하였으며 인의 정량은 molybdenum blue 흡광도법<sup>14)</sup>으로 비색 정량하였다.

#### (5) 유리 아미노산 함량

송순차 시료 25g에 ethanol을 가하여 homogenizer (AM-3, Nessel)로 마쇄한 후 박<sup>22)</sup>의 방법으로 유리 아미노산을 추출한 다음 HPLC 주입용 시료로 하였다. 분석조건은 Pico tag column (3.9×150mm), wave length는 254nm injection volume은 10µl, detector는 Waters 441 UV를 사용하였다.

### 2) 송순차 저장과정에서의 품질 변화

제조된 송순차를 20±1°C의 항온기(VS-1203 P3, Vision)에 40일동안 저장하면서 당도, 색도, alcohol 생성량을 분석하여 송순차의 품질 변화를 측정하였다.

#### (1) 당도 변화

제조된 송순차를 20°C에 보관하면서 당도의 변화를 5일 간격으로 측정하였다. 당도의 변화는 정 등<sup>4)</sup>의 방법에 따라 송순차 시료를 증류수로 10배 희석한 후 굴절 당도계 (PR-1, Atago)로 당도를 측정한 다음 희석 배수를 곱하여 °Brix로 나타냈다.

#### (2) 색도 변화

송순차의 저장과정에서의 색도변화는 색차계 (Color and Color difference Meter, JS 555, Jasco)로 측정하여 Hunter 색계에 따라 L, a, b값으로 나타냈다.

#### (3) Alcohol 생성량 변화

송순차 150ml를 취하여 증류수 50ml와 혼합한 다음 증류장치에서 증류하여 150ml의 증류액을 얻었고 이 증류액 1µl를 취하여 GC(Varian mode 3400)를 사용하여 alcohol 생성량을 분석하였다.

3) 송순차의 품질과 관련된 미생물의 분리 및 동정

(1) 관련 미생물의 분리

송순차 1.0ml를 무균적으로 취하여 YM broth 4ml에 주입한 후 30°C incubator에서 24시간 전배양한 다음 미리 만들어 놓은 YM agar plate위에 멸균된 피펫으로 전배양액 1.0ml를 취하여 도말하고, 30°C에서 72시간동안 24시간마다 3회 계대배양하여 순수한 colony를 분리하였다.

(2) 분리 미생물의 동정

분리 미생물의 동정은 Biolog Microstation™ system manual<sup>23)</sup>(Biolog Microstation™system Release 3.50, Biolog, Inc.)에 준하여 송순차에서 순수 분리된 colony는 YM broth에서 24시간마다 3회 계대배양하여 yeast 배양에 적합한 BUY™ Agar(Biolog Universal Yeast, Biolog, Inc.) 15ml에 도말하여 turbidity standard의 high limit 와 low limit 범위안의 균수에 상응하게 증류수 20ml가 들어있는 시험관에서 희석하여 접종액으로 사용하였다. 접종된 YT microplate는 26°C에서 배양하면서 24시간마다 72시간 동안 Biolog Microstation™ system(Biolog Microstation™system Release 3.50, Biolog, Inc.) 으로 동정 결과를 확인하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 송순차의 화학성분 분석

1) 일반성분 함량

송순차의 일반성분을 분석한 결과 <Table 1>과 같이 수분이 20.13% 함유되었고 그 외에 조단백질 0.82%, 조지방 1.53%, 조회분 0.09%, 조섬유 0.13%로 극히 소

<Table 1> Proximate composition, vitamin C, and water soluble tannin content of pine sprout tea (g/100g)

Components	Pine sprout tea <sup>1)</sup>
Moisture	20.13 ± 1.87
Crude protein	0.82 ± 0.05
Crude lipid	1.53 ± 0.04
Crude ash	0.09 ± 0.02
Crude fiber	0.13 ± 0.02
Vitamin C (mg/100g)	11.31 ± 1.02
Tannin (mg/100g)	68.31 ± 1.97

<sup>1)</sup> The values are mean ± SD.

량만이 함유된 것으로 분석되었다.

2) 총 vitamin C 함량

송순차에 함유된 총 vitamin C 함량은 <Table 1>과 같이 11.31mg%로 정 등<sup>4)</sup>의 신선한 송순에 함유된 69.80mg%와 비교하면 크게 낮은 함량이었는데 이것은 송순차 제조과정에서 상당량의 비타민 C가 산화된 것으로 생각된다.

3) 수용성 tannin 함량

송순차 중의 tannin 함량은 68.31mg%로 분석되었는데 정 등<sup>4)</sup>의 송순 중의 tannin 함량인 287.25mg%와 비교하면 상당히 낮은 값으로 이것은 당료를 이용한 침출과정에서 매우 적은 양만 용출된 것으로 사료된다.

4) 유리당 함량

송순차에 함유된 유리당 함량은 <Table 2>과 같다. glucose가 30.15%로 가장 높았고 그 다음으로 fructose가 19.57%, sucrose가 9.27%로 나타났다. 이는 정 등<sup>4)</sup>의 송순중 유리당 함량인 sucrose 1.46%, fructose 1.34%, glucose 0.64%에 비하면 매우 낮았다.

5) 지방산 조성

송순차의 지방산 조성은 <Table 3>과 같이 포화지방산이 64.69%, 불포화지방산이 35.31%로 포화지방산 함량이 훨씬 높았고 주요지방산을 보면 포화지방산으로는 palmitic acid(C<sub>16:0</sub>), tricosanoic acid(C<sub>23:0</sub>), behenic acid(C<sub>22:0</sub>), stearic acid(C<sub>18:0</sub>), arachidic acid(C<sub>20:0</sub>), lignoceric acid(C<sub>24:0</sub>)의 순으로 함유되어 있었고, 불포화지방산으로는 oleic acid(C<sub>18:1</sub>), arachidonic acid (C<sub>20:4</sub>), linoleic acid(C<sub>18:2</sub>) 순이었다.

6) 무기질 함량

송순차에 함유된 무기질 함량은 <Table 4>와 같은데 Ca 함량이 79.00mg%로 가장 높았고 그 다음으로 K, Mg, Na 등이 미량 함유된 것으로 분석되었다. 송순과 송순차 모두 Ca, K 함량은 높았지만 Mg, P 등의 다른 무기질 함량은 서로 경향이 차이가 있는 것으로 분석

<Table 2> Free sugars content in pine sprout tea (g/100g)

Sugar	Pine sprout tea <sup>1)</sup>
Glucose	30.15 ± 3.27
Fructose	19.57 ± 1.45
Sucrose	9.27 ± 0.51

<sup>1)</sup> The values are mean ± SD.

<Table 3> Fatty acid composition in pine sprout tea(%)

Fatty acid	Pine sprout tea
Palmitic acid(C <sub>16:0</sub> )	11.83
Tricosanoic acid(C <sub>23:0</sub> )	10.75
Behenic acid(C <sub>22:0</sub> )	8.55
Stearic acid(C <sub>18:0</sub> )	7.87
Arachidic acid(C <sub>20:0</sub> )	7.44
Lignoceric acid(C <sub>24:0</sub> )	7.35
Nonadecanoic acid(C <sub>19:0</sub> )	4.52
Myristic acid(C <sub>14:0</sub> )	2.24
Tridecylic acid(C <sub>13:0</sub> )	2.07
Lauric acid(C <sub>12:0</sub> )	2.07
Saturated	64.69
Oleic acid(C <sub>18:1</sub> )	18.87
Arachidonic acid(C <sub>20:4</sub> )	8.41
Linoleic acid(C <sub>18:2</sub> )	3.04
Palmitoleic acid (C <sub>16:1</sub> )	1.74
Eicosenoic acid(C <sub>20:1</sub> )	1.48
Linolenic acid(C <sub>18:3</sub> )	1.01
Myristoleic acid(C <sub>14:1</sub> )	0.76
Unsaturated	35.31

<Table 4> Mineral composition in pine sprout tea (mg%)

Mineral elements	Pine sprout tea
Ca	79.00
K	45.16
Mg	8.93
Na	8.09
Zn	6.93
Fe	2.25
Mn	1.66
Cu	0.11

되었다.

7) 유리 아미노산 함량

송순차 중의 유리 아미노산으로는 <Table 5>에 나타난 바와 같다. 검출된 유리아미노산의 함량은 극히 낮은 편이었는데 proline함량이 가장 높았고 threonine, glutamic acid, aspartic acid, alanine의 순으로 함유된 것으로 분석되었다. 이처럼 송순차의 유리 아미노산 함량이 송순에 비하여 낮은 것은 송순차 제조과정에서 그 용출량이 많지 않기 때문으로 생각되었다.

<Table 5> Free amino acids content in pine sprout tea

Amino acid	Pine sprout tea	
	A <sup>1)</sup> (mg%)	B <sup>2)</sup> (%)
Asp	058	8.4
Glu	1.15	16.7
Ser	0.41	5.9
Gly	ND <sup>3)</sup>	ND
His	0.05	0.7
Arg	ND	ND
Thr	1.25	18.1
Ala	0.54	7.8
Pro	2.00	29.0
Tyr	0.37	5.4
Val	0.11	1.6
Met	ND	ND
Cys	ND	ND
Ile	0.02	0.3
Leu	0.01	0.2
Phe	0.21	3.0
Lys	0.20	2.9
Total	6.90	100.0

- 1) A : All values of A column are mg of free amino acid in 100g from the pine sprout tea (mg%)
- 2) B : All values of B columns are the percentages of total free amino acids
- 3) ND : not detected

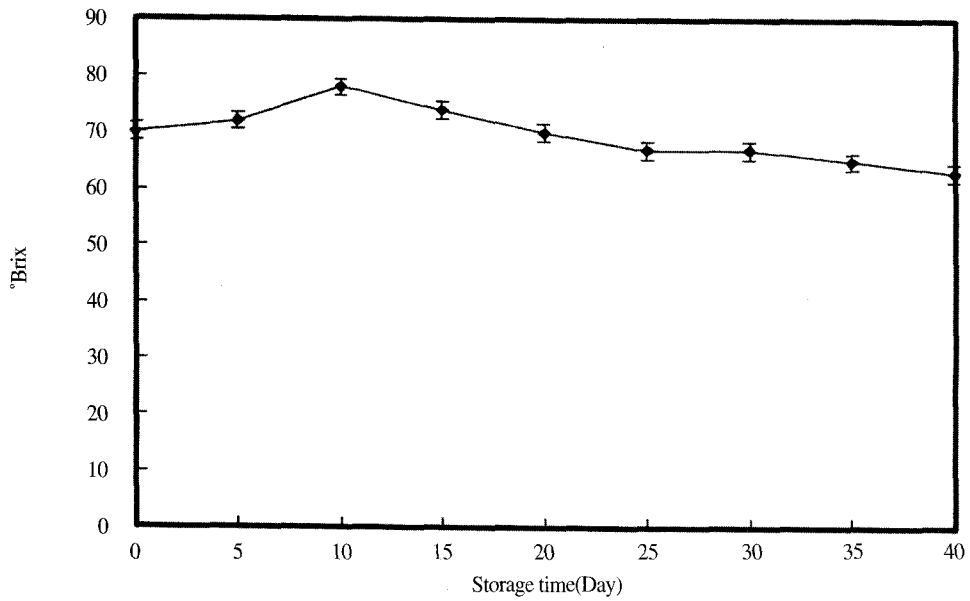
2. 송순차 저장과정에서의 품질 변화

1) 당도의 변화

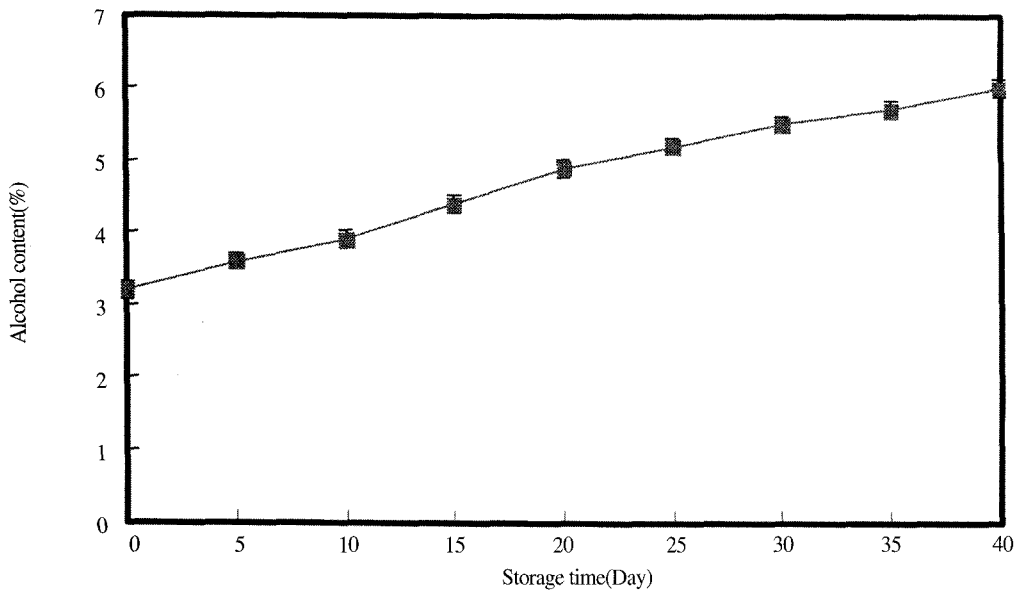
제조된 송순차를 20°C의 항온기에서 40일간 침지하는 동안, 당도의 변화는 <Fig. 1>과 같이 최초 당도가 70°Brix이던 것이 처음 10일 동안 점차 증가하여 78°Brix 까지 증가하였다. 이는 저장과정에서 송순차 중의 당 분해효소에 의해 sucrose가 glucose 와 fructose로 전화되기 때문에 전화당에 의한 당도의 상승인 것으로 사료되었다. 그 이후는 당도가 계속해서 감소하여 40일째는 63°Brix 까지 떨어졌는데 이 같은 현상은 송순차 중에 존재하는 미생물에 의한 alcohol 발효현상에 의해 일부 당이 분해되는 것에 기인한 것으로 추정되었다.

2) 색도의 변화

송순차의 저장 중 색도의 변화는 <Table 6>과 같다. 송순차의 전반적인 색도는 크게 변화되지는 않았는데 저장과정에서 명도는 약간 떨어진 것으로 나타났고 적색도와 황색도는 거의 변화가 없었다.



<Fig. 1> Change of °Brix in pine sprout tea



<Fig. 2> Change of alcohol content in pine sprout tea

<Table 6> Change of Hunter value in pine sprout tea

Storage time (Day)	Hunter value <sup>1)</sup>		
	L	a	b
0	48.9±0.41	48.0±0.37	33.3±0.36
5	48.2±0.38	48.8±0.42	33.4±0.29
10	47.7±0.33	49.7±0.39	32.6±0.11
15	47.4±0.27	48.5±0.26	33.0±0.23
20	47.2±0.45	49.4±0.29	33.1±0.26
25	47.0±0.30	48.5±0.35	32.9±0.18
30	46.7±0.28	48.9±0.38	32.8±0.20
40	46.6±0.26	49.1±0.19	33.1±0.32

<sup>1)</sup> The values are mean ± SD.

### 3) Alcohol 생성량의 변화

송순차의 저장 중 알코올을 생성량은 <Fig. 2>에서와 같이 최초 3.2%의 알코올이 함유된 것이 10일 후에는 3.9%, 20일 후에는 4.9%, 30일 후에는 5.5%, 40일 후에는 6.0%로 각각 증가되었다. 이는 송순차 제조과정에서 대량 첨가된 당이 효모의 발효작용에 의해 ethanol과 CO<sub>2</sub>가 대량 생성되었기 때문이다.

## 3. 송순차의 품질과 관련된 미생물의 분리 및 동정

### 1) 관련 미생물의 분리

송순차의 품질변화와 관련된 미생물은 송순차의 당도가 높아 호당성 또는 내삼투압성 효모로 추정되었고 YM agar plate상에서의 colony 형태, 크기, 색, 투명도의 배양학적 특성에 따라 9균주를 순수 분리하였다.

### 2) 분리 미생물의 동정

순수분리된 효모는 Biolog Microstation™ system<sup>23)</sup>의 96 well의 물질이 함유된 microplate상에서의 반응 결과, 24시간 배양한 경우 similarity가 0.75 이상이고 48~72시간 배양한 경우는 0.50 이상일 때 동정이 가능한 것이다. 동정한 결과 송순차의 품질변화와 관련된 미생물은 *Zygosaccharomyces rouxii*, *Kluyveromyces lodderae*, *Kluyveromyces wickerhamii* 및 *Pichia fluxuum*으로 동정되었다.

## IV. 결론

송순차의 화학성분을 분석한 결과 수분함량은 20.13%인 반면에 나머지 일반성분은 극히 소량 함유된 것으로 나타났고 총 vitamin C 함량은 11.31mg%, 수용

성 tannin 함량은 68.31mg%인 것으로 분석되었다. 송순차중의 유리당 함량은 glucose가 30.15%로 가장 높았고 지방산 조성은 포화지방산(64.69%)이 불포화지방산(35.31%)보다 함량이 높았으며 주요 지방산은 포화지방산으로는 palmitic acid(C<sub>16:0</sub>), tricosanoic acid(C<sub>23:0</sub>), behenic acid(C<sub>22:0</sub>)이고, 불포화지방산으로는 oleic acid(C<sub>18:1</sub>), arachidonic acid(C<sub>20:4</sub>), linoleic acid(C<sub>18:2</sub>) 순으로 함유되어 있었다. 무기질 함량은 Ca 79.00mg%로 가장 높고, 그 다음으로 K, Mg, Na 순이었다. 유리 아마노산은 13종이 검출되었고 그 함량은 극히 낮았다. 송순차의 저장과정에서의 품질변화는 당도의 경우 처음 70°Brix에서 40일 후 63°Brix 까지 감소하였고, 색도는 크게 변화되지 않았는데 명도는 약간 떨어진 반면에 적색도는 약간 증가되었다. Alcohol 생성량의 변화는 처음 3.2%에서 40일 후 6.0%로 증가되어 송순차 중의 당의 일부가 효모에 의해 분해된 것으로 생각되었다. 송순차의 품질과 관련된 미생물은 Biolog Microstation™system을 이용하여 동정하였는데 *Zygosaccharomyces rouxii*, *Kluyveromyces lodderae*, *Kluyveromyces wickerhamii* 및 *Pichia fluxuum*으로 동정되었다.

### ■참고문헌

- 1) Lim RJ, Hong KS. Botany in Chosun (I), p 84, Science and Technology Publishing Co., 1997
- 2) Lee CB. A pictorial book of the Korean flora, p 63, Hyang-moon Publishing Co., 1982
- 3) Kim IH. Special medicinal botany, p 712, Jin-Myung Publishing Co., 1981
- 4) Chung HJ, Kim KY, Kim HR. Studies on the development of processing techniques for regional pine needle tea, Agricultural direction office in Chang Sung, Chonnam, Korea, 1995
- 5) Shin MK, Chung BS. A dictionary of raw medicine, p 104, Young-Lim Publishing Co., 1990
- 6) Kang YH, Park YG, Oh SR, Moon KD. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts, Korean L. Food Sci. Technol. 27(6): 978-984, 1995
- 7) Kim JD, Yoon TH, Choi M, Lim KJ, Joo JS, Lee SY. Effects of the diet added pine needle on serum lipid metabolism in rats, J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol. 1(1): 47-51, 1991
- 8) Lee YH, Shin YM, Cha SH, Choi YS, Lee SY. Development of the food contained pine needle

- extracts, J. Korean Soc. Food Nutri, 25(3): 379-383, 1996
- 9) Lee MS, Studies on the antioxidizing substances in pine needle, Hanyang University masters degree thesis, 1985
  - 10) Bak TJ, Lee MS, Lee JH. Effects of antioxidants in pine needle on the photo-oxidation of linoleic acid, J. Korean Soc. Agri. Chem. Biotechnol, 4(2): 25-29, 1987
  - 11) Hwang SJ. Development of the functional beverages. In: Foods and sanitation, pp 8-56, 1995
  - 12) Oh SR, Kim SS, Min BY, Chung DH. Composition of free sugars, free amino acids, non-volatile organic acids and tannins in the extracts of *L. chinensis* M., *A. acutiloba* K., *S. chinensis* B. and *A. sessiliflorum* S. Korean L. Food Sci. Technol, 22(1): 76-81, 1990
  - 13) A.O.A.C.: Official Method of analysis 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D C, 1990
  - 14) Joo HK, Cho HK, Park CK, Chae SK, Ma SJ. Food analysis, Yoo-Lim Publishing Co., 1996
  - 15) 杉浦午二: 茶の 公定分析法. 茶業試験場 研究報告 (No. 6), p 167, 1970
  - 16) Choi, JH, Jang JK, Park DK, Park YH, Oh SK. Quantitative analysis of ginseng and free sugars by HPLC, Korean L. Food Sci. Technol, 13(2): 107-111, 1981
  - 17) No HW, Do JH, Kim SD, Oh HI. Effects of storage relative humidity on the quality of white ginseng, Korean L. Food Sci. Technol, 15(1): 32-36, 1983
  - 18) Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. J. Bio. Physiol., 37, 911, 1959
  - 19) A.O.C.S, Official and Tentative Method, 3rd, ed, American Oil Chemists Society, Chicago, U.S.A, 1973
  - 20) Woo SJ, Yoo SS. Methods of the pre-treatment of food samples for atomic absorption analysis, Korean L. Food Sci. Technol, 15(3): 225-229, 1983
  - 21) Perkin-elner Corporation, Analytical Methods for atomic absorption Spectrometry, Norwak Co, 1986
  - 22) Park SW. Studies on the biological activity and chemical composition of wild lettuce( I ). Korean J. Biochem, 10(4): 241-246, 1977
  - 23) Biolog Microstation™ system, One Universal Chemistry For All Bacteria and Yeast