

## Pilot system을 이용한 감자의 알콜발효중 성분 변화

정용진·서지형\*·이주백\*\*·장상문\*\*·신승렬\*\*\*·김광수\*\*\*\*  
계명대학교 식품가공학과, \*경북과학대학 전통식품연구소, \*\*대구보건대학 보건식품계열,  
\*\*\*경산대학교 생명자원공학부, \*\*\*\*영남대학교 식품영양학과

## Changes in the Components during Alcohol Fermentation of Potatoes Using Pilot System

Yong-Jin Jeong, Ji-Hyung Seo\*, Joo-Baek Lee\*\*, Sang-Moon Jang\*\*,  
Seung-Ryeul Shin\*\*\* and Kwang-Soo Kim\*\*\*\*

Department of Food Science and Technology, Keimyung University

\*Traditional Food Institute, Kyongbuk College of Science

\*\*Department of Health Food, Taegu Health College

\*\*\*Faculty of Life Resources Engineering, Kyungsan University

\*\*\*\*Department of Food & Nutrition, Yeungnam University

### Abstract

To proceed mass production and improve its quality, we fermented potatoes using pilot system and investigated the changes in components during fermentation. After liquefaction and saccharification of potatoes by *Nuruk*(group I), crude enzyme(group II) and glucoamylase(group III), sugar contents in all groups were 18brix equally. However sugar contents in group (II) and group (III) after 24hrs decreased deeply to 7.2 and 8.0 brix, respectively. As proceeding the fermentation, alcohol contents increased. Alcohol contents in group (II) and group (III) were 8.2 and 8.8 % repectively, after 24hrs. Alcohol content in group (I) increased slowly and was the highest such as 6.8 % after 48hrs. Fusel oils in all groups were n-propanol, isobutanol and isoamylalcohol. The major fusel oil in all groups was isoamylalcohol. At the early stage of fermentation, free sugars were glucose, maltose and lactose. Glucose decreased deeply during fermentation and at latter of the fermentation, galactose was detected in all groups. The contents of total free amino acid were 516.57~569.98 mg% in group (I), 193.97~292.11 mg% in group (II) and 186.31~270.53 mg% in group (III). The contents of aspartic acid, serine, glutamic acid, alanine, arginine, and histidine were high in all groups.

Key words : potato, alcohol, alcohol fermentation, pilot system

### 서 론

감자는 단위면적당 생산량이 높을 뿐만 아니라 전분 질 이외에 칼륨, 인, 마그네슘 등의 무기질과 비타민 B

군 및 비타민 C가 풍부하고 아미노산의 구성도 우수하여 서구에서는 오래 전부터 주식으로 이용해 왔으며, 근래에는 potato chip, potato flour, potato flake, french fried potato 등으로 가공되고 있다(1,2). 감자 전분은 품종에 따라 뚜렷한 텍스처 차이를 나타내어 분질과 점질로서 구분되며 전분입자 크기에 따라 점도, 젤형성능, 아밀로오스 분자량 등에 차이가 있다(3,4). 국내에서 감자는 강원도를 중심으로 전국적으로 재배

Corresponding author : Yong-Jin Jeong, Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Taegu, 704-200, Korea  
E-mail : yjeong@kmucc.kmu.ac.kr

되고 있으며 98년에는 전국 생산량이 562천톤으로 쌀, 옥수수, 대두 등과 함께 주요 생산작물로 분류된다(5). 하지만 생산 현장에서 감자를 이용한 제품으로는 감자탕, 국수, 수제비, 떡 등 일부 품목에 불과하여 감자의 효율적 소비가 어려운 실정이다. 또한 감자는 수분함량이 높아서 저장이 곤란하고 수확시 손상되거나 중량미달의 상품성이 없는 불량감자가 약 30% 정도 발생되어 경제적 손실을 초래하고 있다(6). 따라서 감자소주 및 감자식초의 개발은 고부가가치를 창출함과 동시에 농산물의 안정된 수급을 가능케하여 지역경제를 활성화시킬 것으로 기대된다.

현재 국내에서 감자를 이용한 술·식초의 개발에 관한 연구는 거의 없는 실정으로, 이를 성공적으로 산업화하기 위해서는 공정의 단순화, 경제성 및 대량생산에 따른 품질 변화에 대한 충분한 검증이 요구된다. 특히 감자전분은 쌀이나 옥수수전분과는 다른 특성을 나타내어, 액화·당화처리용 효소제의 선별에 따라 최종 제품의 수율 및 품질에 차이가 클 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 산업화 현장에서 경쟁력 있는 고품질의 제품 생산을 위하여, 증자, 액화, 당화 및 알콜발효과정을 연속적으로 할 수 있는 pilot system을 고안하여 이를 이용한 알콜 발효과정에서 각각의 효소제에 따른 이화학적 성분을 비교하여 scale-up시킨 대량생산 공정의 확립을 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용한 감자는 1998년도 강원도에서 생산된 감자를 시장에서 구입하여 이용하였으며, 효소제로는 양조용으로 시판되고 있는 누룩(상주곡자), 조효소제(배정산업) 및 glucoamylase (Daiwa Kasei Co.)를 사용하였다.

### 주모

감자에서 분리동정하여 발효력이 우수한 *Zygosaccharomyces fermentati* KTF53을 정 등(7)의 방법에 준하여 감자추출액에 접종하여 25°C, 100rpm으로 36시간 진탕배양하여 5%(v/w)를 주모로 사용하였다.

### 알콜발효

원료감자 60kg을 세척후 파쇄하여 연속식 pilot system(Fig. 1)에 넣고 30분간 증자한 다음 90L의 물을 가하고 양조용으로 시판되는 누룩 4kg(group I), 조효

소제 600g(group II), glucoamylase 12g(group III)씩을 각각 첨가하여 60°C에서, 6시간동안 당화하여 배양된 주모를 접종하고 30°C, 100rpm에서 60시간동안 알콜발효시켰다. 각 분석용 시료는 주모접종 후 12시간 간격으로 일정량 취하여 원심분리(5,000 rpm, 30 min.)후 상정액을 이용하였다.



Fig. 1. Pilot system for fermentation of potatoes.

### 일반성분 분석

당도의 측정은 굴절당도계(N1, Atago Co., Japan)를 이용하였으며, 알콜함량 측정은 원심분리한 상정액을 증류하여 alcohol hydrometer로 측정하고 값을 Gay Luccac Table로 환산하여 계산하였다(7). pH는 pH meter(Metrolhm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1N NaOH용액으로 중화적정하여 초산함량으로 환산하였다. 탁도는 일정량의 시료를 취하여 660nm에서의 흡광도로 나타내었고, 색도는 색차계(Chromameter CR-300, Minolta, Japan)를 사용하여 Hunter의 색색인 L값(lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 표시하였으며, 이때 표준백색판의 L, a, b값은 각각 96.92, 0.02, 1.31이었다.

### 퓨젤유 분석

인 등(8)의 방법에 따라 시료 상정액 10ml에 내부 표준물질로 n-amylalcohol을 0.01g 가한 다음, diethylether 5ml로 2회 추출한 후 추출액 0.5 $\mu$ l를 gas chromatography (Shimadzu 17A, Japan)로 분석하였다. 이때 분석조건은 Carbowax 20M column(40°C, holding 7min.), FID detector (220°C), injector 온도 200°C에서 carrier gas로 N<sub>2</sub>(1.5ml/min.)를 사용하였다.

유리당 분석

Hexane으로 지질성분을 제거한 시료를 0.45 $\mu$ m membrane filter와 Sep-Pak C18 cartridge에 통과하여 HPLC(Shimadzu LC 10A, Japan)에서 분석하였다. Column은 Shimpak CLC-NH2(30cm $\times$ 4.6mm), 용매 80% Acetonitrile, 유속 0.8ml/min, RI(Shimadzu, RID-10A, Japan)detector를 사용하였다.

유리아미노산 분석

시료 10ml에 ethanol 30ml를 가한 다음 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전 제거한 다음, 상정액을 3,000rpm에서 10분간 원심분리 시킨 후 상정액을 취하여 감압농축시켰다. 농축액은 pH 2.2 sodium citrate buffer에 용해하여 0.45 $\mu$ m membrane filter로 여과하여 Table 1의 조건으로 분석하였다.

Table 1. Operating conditions of amino acid autoanalyzer for analysis of amino acid

Instrument	S7130 amino acid analyzer (Sykam Co., Germany)
	LCA K07/Na cation separation column
Buffer solution	(pH 3.45) 0.12N sodium citrate buffer (pH 10.85) 0.20N sodium citrate buffer
Buffer flow	0.45ml/min
Ninhydrin flow	0.25ml/min
Column temperature	55 ~ 85 $^{\circ}$ C
Injection volume	100 $\mu$ l

결과 및 고찰

당도 및 알콜함량의 변화

Fig. 2는 연속발효장치를 이용해서 감자를 당화·액화처리 및 알콜발효중 당의 함량과 알콜 함량의 변화를 측정한 결과이다. 감자를 효소제로 당화·액화처리 후 각각의 당함량은 3종의 효소제 처리구(I,II,III) 모두 18brix로 차이가 없었다. 각각의 처리구에 *Z. fermentati* KTF53을 배양한 주모를 접종한 이후 시간이 경과됨에 따라 당도가 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 glucoamylase와 조효소제 처리구(III,II)는 발효 24시간 경과시 당 함량이 7.2, 8.0 brix로, 누룩처리구(I)에 비해 급격한 감소를 보였다. 누룩처리구(I)는 (II)와 (III)에 비해서 당함량이 서서히 감소하였으며, 발효 24시간 이후에는 (I),(II),(III) 모두 당함량의 변화가 크지 않았다. 알콜함량은 시간이 경과됨에 따라 점차 증가하였다가 발효 말기에 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 조효소제와 glucoamylase처리구(II,III)는 발효 24

시간에 가장 높은 알콜함량(8.2, 8.8%)을 나타낸 반면, 누룩처리구(I)는 서서히 증가하여 발효 48시간에 6.8%의 알콜함량으로 최고치를 나타내었다. 이와 같은 발효중 각 처리구간에 당함량 및 알콜함량의 차이는 효소제에 따라 감자전분의 당화·액화유형에 차이가 있어서, 발효미생물의 활용도가 달라지기 때문이며, 발효중 기질에 잔존한 효소제의 잔여활성에도 영향을 받는다. 본 연구와 유사한 보고로 이 등(9)은 전통누룩 및 조효소제를 이용한 발효주의 제조에서 전통누룩은 내산성 당화력이 약하고 조효소제는 당화력은 뛰어나지만 발효 시간, 온도 등의 조건에 의해 실제 효율면에서 차이가 크다고 하였다. 한편 돼지감자분말에 cellulase를 처리 후 알콜발효에 시킨 연구 보고(10)도 있으나 이때 생성된 알콜함량은 4.5%에 불과하였다.

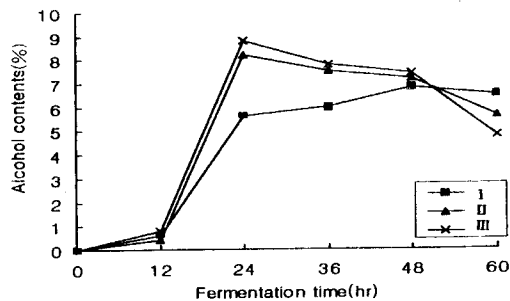
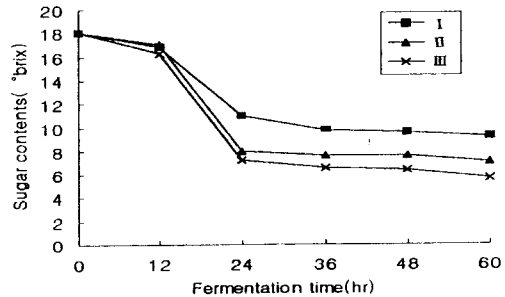


Fig. 2. Changes in contents of sugar and alcohol during alcohol fermentation of potatoes.  
I : Nuruk, II : Crude enzyme, III : Glucoamylase.

퓨젤유

감자의 알콜발효중 퓨젤유의 변화는 Table 2와 같다. 퓨젤유로는 n-propanol, isobutanol, isoamyl alcohol이 확인되었으며, 3종의 처리구 모두 isoamyl alcohol이 가장 높은 비율로 나타났다. 각 처리구의 퓨젤유 변화는 Fig. 2의 알콜함량 증감과 유사한 경향을 나타내어, 누룩처리구(I)는 발효 48시간에 176.09ppm, 조효소제 및 glucoamylase처리구(II,III)는 발효 24시간에 각각 154.68, 175.64ppm으로 최고치를 나타내었다. 누룩처리구(I)는

각각의 퓨셀유가 발효 후기까지 계속적으로 증가하는 유형을 나타내었으며 특히 isobutanol의 함량이 다른 처리구에 비해서 높았다.

Table 2. Changes in content of fusel oils during alcohol fermentation of potatoes

Fermenter*	Components	Fermentation time(hr)				
		12	24	36	48	60
I	n-Propanol	24.00	27.61	29.30	47.74	45.46
	Isobutanol	-	10.01	10.63	31.45	31.91
	Isoamylalcohol	55.28	79.79	81.52	96.90	95.02
	Total	79.28	117.41	121.45	176.09	172.39
II	n-Propanol	10.27	45.43	45.00	31.93	23.60
	Isobutanol	-	16.51	15.23	9.35	-
	Isoamylalcohol	67.80	92.74	79.20	64.64	34.10
	Total	78.07	154.68	139.43	105.92	57.7
III	n-Propanol	15.64	54.26	52.09	42.23	18.34
	Isobutanol	-	2.05	-	-	-
	Isoamylalcohol	89.10	119.33	103.66	82.29	27.75
	Total	104.74	175.64	155.75	124.52	46.09

\* Abbreviations : I : Nuruk, II : Crude enzyme, III : Glucoamylase.

주류의 퓨셀유는 함량이 많으면 이취나 숙취발생의 원인으로 작용할 수 있으나, 소량이 존재할 경우에는 맛과 향을 높이는 역할을 한다(8). n-Propanol, isobutanol, isoamyl alcohol 등은 발효기질의 아미노산으로부터 알콜 발효시에 효모에 의한 탈아미노 반응과 탈카르복시 반응에 의해 생성되며, isobutanol은 valine으로부터, isoamyl alcohol은 leucine으로부터 각각 생성되어 감미성 바나나향을 나타낸다(11). 진도 홍주, 안동소주, 문배주 등의 전통소주도 isoamyl alcohol이 주된 퓨셀유로 보고되었으며(8), 감자술덧의 퓨셀유 함량은 포도주(12)의 퓨셀유 함량(340~409 ppm)보다 낮았다.

pH, 총산 및 탁도

Table 3에서 감자의 알콜발효중 pH는 서서히 감소하였으며, 총산은 증가하는 경향을 보였다. 발효초기 (I),(II),(III)의 총산은 각각 0.30, 0.30, 0.18%로 큰 차이가 없었으나, 발효 후기에는 0.84, 0.60, 0.42%로 누룩처리구(I)의 총산이 가장 높았다. 이는 누룩처리구 (I)가 조효소제(II)나 glucoamylase(III)처리구에 비해 알콜발효가 느리게 진행됨에 따라 누룩에 함유된 초산균이나 젖산균 등의 작용과 누룩자체의 산도에 의한 영향으로 생각되며, 발효중 감패와 산패 현상은 나타나지 않았다. 또한 발효 초기 각 처리구의 탁도는 (I)에서 0.576, (II)에서 0.231, (III)에서 0.136으로 큰 차이를 나타내었으며, 시간이 경과됨에 따라 감소하여 알콜함량이 최고치를 나타낸 시점, 즉 (I)에서는 발효 48시

간에 0.175, (II)와 (III)은 발효 24시간에 0.126, 0.046으로 각각 나타났으며 이는 여과 방법 등에 따라 차이가 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Changes in compositions during alcohol fermentation of potatoes

Item	Fermenter*	Fermentation time(hr)					
		0	12	24	36	48	60
pH	I	6.03	5.62	4.98	4.53	4.38	4.31
	II	5.60	5.27	4.61	4.62	4.62	4.60
	III	5.96	5.15	4.74	4.76	4.75	4.75
Acidity (%)	I	0.30	0.36	0.48	0.66	0.78	0.84
	II	0.30	0.36	0.60	0.60	0.60	0.60
	III	0.18	0.30	0.42	0.42	0.42	0.42
Turbidity (Abs. at 660nm)	I	0.576	0.330	0.233	0.175	0.175	0.154
	II	0.231	0.240	0.126	0.109	0.106	0.110
	III	0.136	0.115	0.046	0.049	0.038	0.038

\* Abbreviations are the same in Table 2.

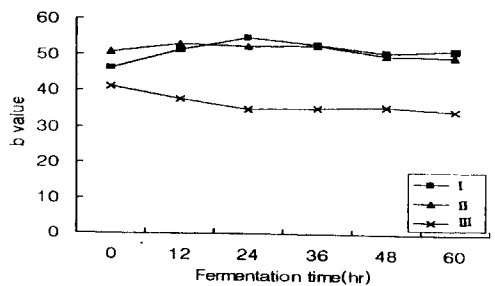
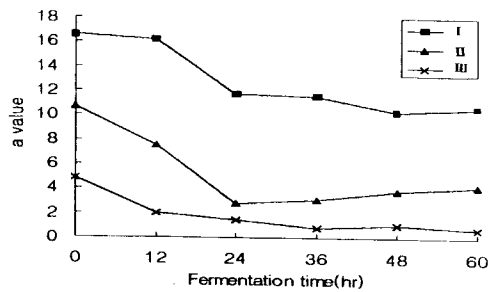
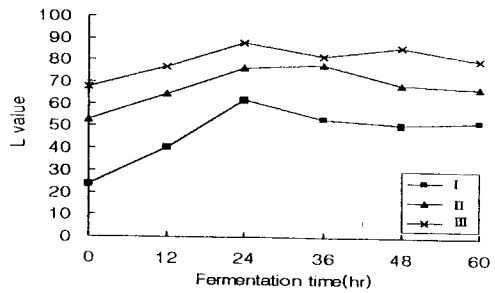


Fig. 3. Changes in color values during alcohol fermentation of potatoes. I : Nuruk, II : Crude enzyme, III : Glucoamylase.

색상

각 효소제 처리구의 알콜발효중 색상변화는 Fig. 3과 같다. (I),(II),(III) 모두 유사한 형태의 색상 변화를 나타내어, L값은 발효 24시간까지 증가하였다가 이후에는 약간 감소하는 경향이였으며, a값은 발효가 진행됨에 따라 감소하였다가 발효 후기에 증가하였고, b값은 큰 변화가 없었다. 또한 누룩처리구(I)는 조효소제나 glucoamylase 처리구(II,III)에 비해 L값이 매우 낮고, a값은 높은 수치를 나타냈으며 이는 여과, 살균과정에서 변화된 것으로 생각된다.

유리당

감자의 당화·액화처리후 알콜발효중 유리당의 변화는 Table 4와 같다. 발효 초기 각 효소제 처리구의 유리당 성분으로 glucose, maltose, lactose로 확인되었으며, 누룩처리구(I)는 glucose (7902.59mg%) 이외에 maltose (2035.76mg%)와 lactose(300.02mg%)의 비율이 높았다. 이에 반해 조효소제 처리구(II)는 발효 초기 glucose (10999.68mg%) 이외에 미량의 lactose(503.38mg%)가 함유되어 있었으며, glucoamylase 처리구(III)는 glucose (10888.10mg%) 이외에 maltose(638.10mg%)가 확인되었다. 발효가 진행됨에 따라 각 처리구의 glucose 감소가 뚜렷하였으며, 발효 후기에는(I), (II),(III) 모두 galactose가 미량으로 나타났다. 이상의 결과에 따르면 각 효소제의 작용으로 생성되는 유리당에 의해 발효미생물의 이용효율이 좌우되며, 누룩에 비해 조효소제나 glucoamylase 처리는 glucose의 비율이 높아 발효효율이 높았다.

Table 4. Changes in contents of free sugars during alcohol fermentation of potatoes (mg%)

Fermenter*	Free sugar	Fermentation time(hr)					
		0	12	24	36	48	60
I	Glucose	7902.59	4129.49	2378.57	1277.82	343.76	236.43
	Galactose	-	-	-	-	65.24	101.96
	Maltose	2035.76	749.32	129.48	-	-	-
	Lactose	300.02	276.62	115.79	67.23	21.67	-
	Total	10,238.37	5,155.43	2,623.84	1,345.05	43.067	338.39
II	Glucose	10999.68	1624.26	349.88	223.00	159.61	150.70
	Galactose	-	-	30.07	26.19	28.79	29.47
	Maltose	-	-	-	-	-	-
	Lactose	503.38	320.87	94.93	-	-	-
	Total	11,503.06	1,945.13	474.88	249.19	188.40	180.17
III	Glucose	10888.10	912.15	250.51	138.22	116.61	99.13
	Galactose	-	-	-	-	20.75	25.03
	Maltose	638.10	55.77	23.72	-	-	-
	Lactose	-	-	-	-	-	-
	Total	11,526.20	967.92	274.23	138.22	137.36	124.16

\* Abbreviations are the same in Table 2.

유리아미노산

각 효소제를 처리한 감자의 알콜발효중 유리아미노산의 변화는 Table 5와 같다. 각 처리구의 총 유리아미노산 함량은 (I)에서 516.57~569.98mg%, (II)에서 193.97~292.11mg%, (III)에서 186.31~270.53mg%로 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, aspartic acid, serine, glutamic acid, alanine, arginine, histidine의 함량이 높았다. 누룩처리구(I)는 발효초기 serine, histidine, aspartic acid 함량이 각각 112.01, 109.02, 52.20mg%로 총유리아미노산 함량이 (II),(III)에 비해서 매우 높았으며, 이는 누룩자체의 유리아미노산 성분 이외에 누룩에 함유된 미생물에 의해서 생성된 단백질분해효소의 작용에 의한 것으로 생각된다. 아미노산은 단백질분해효소의 작용으로 원료로부터 생성되며, 발효가 진행됨에 따라 유기산이나 퓨젤유 등으로 전환되어 맛과 풍미에 형성에 관여한다. 감자 발효숙물은 이 등(13)이 보고한 탁주의 총 유리아미노산 함량(106.93~648.41mg%)과 유사한 수준이었으나 aspartic acid를 비롯한 각 아미노산의 구성비에는 차이가 있었다. 또한 이 등(9)은 전통누룩을 이용한 약주의 총아미노산 함량은 522.87~1090.13mg%이며, aspartic acid, glutamic acid, alanine, valine, isoleucine, arginine 등이 주요 아미노산이라고 하였다.

Table 5-1. Changes of free amino acid contents during alcohol fermentation of potatoes using Nuruk( I) (mg%)

Amino acid	Fermentation time (hr)					
	0	12	24	36	48	60
Aspartic acid	52.20	59.32	61.36	60.94	61.52	66.67
Threonine	15.29	15.03	13.70	12.01	11.30	10.58
Serine	112.01	110.03	110.14	116.03	118.57	117.28
Glutamic acid	31.66	32.63	39.55	41.08	45.96	47.97
Proline	35.51	36.12	44.76	45.58	46.42	48.88
Glycine	6.35	6.33	8.40	8.26	7.77	8.96
Alanine	21.81	23.46	27.06	28.06	28.95	33.86
Cystine	3.91	4.02	4.68	4.77	4.88	4.61
Valine	25.15	25.39	26.76	27.00	27.23	28.03
Methionine	2.35	3.10	4.48	4.30	4.33	4.40
Isoleucine	4.83	4.69	4.86	4.95	4.48	5.28
Leucine	4.98	4.63	3.28	6.63	6.60	7.26
Tyrosine	7.05	10.15	15.58	8.97	7.38	7.44
Phenylalanine	0.76	0.73	0.80	0.82	0.83	1.00
Histidine	109.02	110.21	118.49	116.43	116.39	113.30
Lysine	35.15	30.25	18.97	19.03	13.13	14.36
Arginine	48.54	49.82	50.57	49.63	50.20	50.10
Total	516.57	525.91	553.44	554.49	555.94	569.98

Table 5-2. Changes of free amino acid contents during alcohol fermentation of potatoes using crude enzyme(Ⅱ)

Amino acid	Fermentation time (hr)					
	0	12	24	36	48	60
Aspartic acid	32.14	36.90	41.82	42.73	49.36	46.16
Threonine	1.52	1.48	1.80	1.50	1.55	1.52
Serine	51.05	53.60	68.38	70.35	71.25	72.18
Glutamic acid	19.49	20.36	21.51	22.09	22.35	36.99
Proline	14.25	14.39	14.39	16.05	19.70	13.87
Glycine	3.88	3.63	3.29	3.38	3.42	2.63
Alanine	12.91	13.03	13.35	14.08	14.70	14.56
Cystine	0.66	0.50	0.26	0.42	0.47	0.60
Valine	2.95	2.80	1.98	2.07	2.36	8.10
Methionine	0.02	0.05	0.08	0.97	2.04	7.02
Isoleucine	-	-	-	0.03	0.07	3.42
Leucine	0.12	0.08	0.12	1.90	2.03	6.39
Tyrosine	0.08	0.02	-	0.13	0.25	0.81
Phenylalanine	0.05	-	-	-	0.03	0.99
Histidine	35.67	36.80	38.68	20.18	30.33	30.45
Lysine	1.36	1.32	5.00	7.08	11.11	14.00
Arginine	17.82	18.02	18.97	20.90	24.71	32.42
Total	193.97	202.98	229.63	223.86	255.73	292.11

Table 5-3. Changes of free amino acid contents during alcohol fermentation of potatoes using glucoamylase(Ⅲ)

Amino acid	Fermentation time (hr)					
	0	12	24	36	48	60
Aspartic acid	30.03	43.89	45.85	55.90	59.43	56.32
Threonine	5.15	4.56	3.51	4.82	4.93	4.91
Serine	33.09	52.07	50.05	50.97	57.13	60.28
Glutamic acid	16.34	26.90	27.09	28.30	28.62	26.38
Proline	10.13	10.36	10.17	11.66	12.13	12.55
Glycine	3.79	3.91	4.00	4.26	4.58	4.10
Alanine	13.67	14.89	15.31	17.07	18.66	18.21
Cystine	1.95	1.09	-	1.00	1.26	1.10
Valine	9.80	10.83	5.90	6.65	8.05	8.06
Methionine	3.32	3.06	3.23	3.50	4.05	4.01
Isoleucine	1.58	1.32	0.20	1.19	1.17	2.48
Leucine	3.85	1.80	0.16	0.12	0.12	0.22
Tyrosine	4.08	2.96	0.34	0.74	1.15	2.54
Phenylalanine	0.27	-	-	-	0.02	0.03
Histidine	24.89	31.62	32.71	35.80	37.70	42.23
Lysine	9.35	7.59	3.46	3.90	5.03	7.42
Arginine	15.02	16.80	15.24	17.92	19.19	19.69
Total	186.31	233.65	217.22	243.8	263.22	270.53

이상의 결과에 의하면 누룩이나 조효소제에 비해서 glucoamylase 처리가 단기간내에 알콜발효가 완료되고 유리아미노산을 제외한 일반 성분도 우수하여 산업화 공정에 가장 적합하였으며, 차후 품질안정화를 위한

연구가 요구되었다.

## 요 약

본 연구에서는 연속식 대량발효장치를 이용하여 감자를 당화·액화처리후 알콜발효시켜 각 효소제의 종류에 따른 성분 변화를 비교하였다. 감자를 당화·액화처리후 당함량은 3종의 효소제 처리구(I, II, III) 모두 18brix로 차이가 없었으나 발효 24시간 경과시 glucoamylase와 조효소제 처리구(III, II)는 당 함량이 7.2, 8.0brix로, 누룩 처리구(I)에 비해 급격한 감소를 보였다. 알콜함량은 시간이 경과됨에 따라 점차 증가하여, 조효소제와 glucoamylase 처리구(II, III)는 발효 24시간에 가장 높은 알콜함량(8.2, 8.8%)을, 누룩처리구(I)는 발효 48시간에 6.8%의 알콜함량으로 최고치를 나타내었다. 퓨젤유로는 n-propanol, isobutanol, isoamyl alcohol이 확인되었으며, 3종의 처리구 모두 isoamyl alcohol이 가장 높은 비율로 나타났다. 누룩처리구(I)는 각각의 퓨젤유가 발효 후기까지 계속적으로 증가하는 유형을 나타내었으며 특히 isobutanol의 함량이 다른 처리구에 비해서 높았다. 발효 초기 유리당 성분으로 glucose, maltose, lactose가 확인되었으며, 발효가 진행됨에 따라 각 처리구의 glucose 감소가 뚜렷하였으며, 발효 후기에는(I), (II), (III) 모두 galactose가 미량으로 나타났다. 각 처리구의 총 유리아미노산 함량은 (I)에서 516.57~569.98mg%, (II)에서 193.97~292.11mg%, (III)에서 186.31~270.53mg%로 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, aspartic acid, serine, glutamic acid, alanine, arginine, histidine의 함량이 높았다.

## 감사의 글

본 연구는 98 한국학술진흥재단 대학부설연구소 과제 '감자소주와 감자식초의 대량생산 공정개발 및 품질관리의 표준화(98-005-G00328)'에 의하여 수행된 결과입니다.

## 참고문헌

1. 신용서, 성현주, 김동한, 이갑상 (1994) 감자를 첨가한 요구르트의 제조와 특성. 한국식품과학회지, 26(3), 266-271
2. 김향숙, 이영은 (1996) 가교결합 감자 전분의 이화

- 학적 특성. 한국식품과학회지, **28(3)**, 573-579
3. 김향숙, 이영은 (1996) 가교결합 감자 전분의 호화 특성과 형태학적 변화. 한국식품과학회지, **28(3)**, 580-586
  4. 석호문, 박용곤, 남영중, 민병용 (1987) 품종별 감자 전분의 이화학적 특성. 한국농화학회지, **30(2)**, 133-140
  5. 작물통계 (1999) 농림부, p.235
  6. 우상규 (1983) 감자 저장중에 일어나는 생리화학적 변화에 관한 연구. **12(3)**, 297-303
  7. 정용진, 서권일, 이기동, 윤광섭, 강미정, 김광수 (1998) 반응표면분석에 의한 단감식초 제조조건의 모니터링. 동아시아식생활학회지, **8(1)**, 57-62
  8. 인혜영, 이택수, 이동선, 노봉수 (1995) 전통방법으로 담금한 소주 제조중의 퓨젤유 및 향기성분. 한국식품과학회지, **27(2)**, 235-240
  9. 이미경, 이성우, 윤태현 (1994) 전통누룩으로 빚은 발효주의 품질 평가. 한국식품영양과학회지, **23(1)**, 78-89
  10. 이회숙, 최언호 (1995) 돼지감자 분말을 이용한 고정화 *Kluyveromyces marxianus* FO43의 에탄올 발효 특성. 한국농화학회지, **38(1)**, 26-30
  11. 이주선, 이택수, 박성오, 노봉수 (1996) 원료를 달리 하여 담금한 탁주 술덧의 향기성분. 한국식품과학회지, **28(2)**, 316-323
  12. 이용수, 최진상, 심기환 (1993) *Vitis vinifera* 적포도주 휘발성분의 분리 및 동정. 한국식품영양과학회지, **22(2)**, 196-201
  13. 이원경, 김정림, 이명환 (1987) 국균을 달리한 탁주 양조 중 유리아미노산 및 유기산의 소장. 한국농화학회지, **30(4)**, 323-327

---

(접수 2000년 3월 7일)