

효소에 의한 양파가수분해액의 제조

서형주[†] · 정수현 · 손종연* · 손흥수** · 조원대*** · 마상조****

고려대학교 보건전문대학 식품영양과, *안성산업대학교 식품공학과
안성공업전문대학 식품공업과, *농협전문대학 식품제조과
****광주보건전문대학 식품가공과

Preparation of Onion Hydrolysates with Enzyme

Hyung-Joo Suh[†], Soo-Hyun Chung, Jong-Youn Son*, Hung-Soo Son**,
Won-Dai Cho*** and Sang-Jo Ma****

Dept. of Food and Nutrition, Junior College of Allied Health Sciences, Korea University, Seoul 136-703, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Ansung National University, Kyunggi 456-749, Korea

**Dept. of Food Engineering, Ansan Technical College, Ansan 425-080, Korea

***Dept. of Food Technology, Agricultural Cooperrative Junior College, Koyang 411-707, Korea

****Dept. of Food Technology, KwangJu Health Junior College, KwangJu 506-306, Korea

Abstract

The changes in chemical constituents of onion in Korea and the degree of hydrolysis in onion hydrolysates by treatment of viscozyme L, celluclast 1.5L, pectinex and cereflo were investigated. Proximate compositions of onion in Korea were as follows; The contents of moisture, protein, lipid, carbohydrate and ash were 89~90%, 1.8~1.9%, 0.4~0.5%, 7.1~8.5% and 0.3~0.5%, respectively. Major free sugars were identified to be glucose, fructose and sucrose and major free amino acids were as cysteine, histidine, arginine and glutamic acid. The degree of hydrolysis by treatment of viscozyme L, celluclast 1.5L, pectinex and cereflo was 69%, 71%, 80% and 62%, respectively. During the enzymatic hydrolysis, free sugar and total sugar content increased however, pyruvic acid content decreased significantly.

Key words: onion, enzymatic hydrolysis

서 론

양파(*Allium cepa* L.)는 조리, 가공에 있어서 교취작용(矯臭作用), 부향작용(賦香作用), 신미(辛味)에 의한 식욕증진 효과를 주체로 활용되고 있으며, 항균효과, 혈중 콜레스테롤 감소, 항동맥경화, 항산화효과 등의 중요한 생리적 활성을 가지는 것으로 알려져 왔다(1-5).

양파는 저온저장하였다가 사용하고 있으나 저장, 유통시 변색, 연부병, 동해 등이 발생하여 저장성이 매우 낮다. 최근 이러한 양파의 장기저장, 유통상의 문제점을 개선하기 위하여 양파농축액의 가공방법이 연구되고 있다(6-8).

양파에 함유된 유효성분은 alliin으로 알려져 있으며 마쇄 또는 절단될 때 자체효소인 allinase와 반응하여

allicin과 pyruvic acid로 분해되고 생성된 allicin은 자발적으로 분해되어 양파 특유의 휘발성 향기성분인 disulfide류를 형성한다(9,10). 이들 자극성 성분들은 가열, 열풍에 의한 탈수, 동결건조 등의 가공처리과정 중에 소실되어 양파의 향미나 색깔 등의 품질저하를 초래한다(11,12). 또한 양파 농축액 제조시에 많은 양의 양파박이 부산물로 폐기되기 때문에 이들 양파박의 활용에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 실험에서는 양파 농축액의 개발을 위한 기초 자료로 활용하고자 국내산 양파들의 일반성분, 유리아미노산 및 유리당의 함량을 비교, 분석하였으며, 또한 Celluclast 1.5L, Viscozyme L, Cereflo 및 Pectinex 등의 효소를 첨가하였을 때의 양파 가수분해액의 수율 및 성분 변화에 대하여 조사하고자 하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료

국내 산지별 양파의 일반성분 및 유리당, 유리아미노산 조성 분석에 사용된 양파는 무안, 함안, 금산, 현풍, 제주, 현경에서 재배된 것으로 각지역 소재의 농협공판장에서 구입하였다. 양파 가수분해효소로는 Celluclast 1.5L, Viscozyme L, Cereflo와 Pectinex(Novo Industrial A/A, 덴마크)를 사용하였으며, 분석에 사용한 시약은 시약용 일급 이상의 것을 사용하였다.

양파 가수분해액의 제조

양파 껍질을 제거한 후 수세과정을 거친 양파 50g에 물을 50ml를 가하여 waring blender로 마쇄 후 Cereflo, Celluclast 1.5L, Pectinex와 Viscozyme L 등의 효소를 각각 0.5% 가하여 Table 1의 가수분해 조건에서 가수분해를 실시하였다. 효소 처리에 의해 얻은 양파 가수분해액을 여과시킨 후 실험에 사용하였다.

분석방법

일반성분 분석

산지별 양파의 일반성분 조성은 AOAC방법(13)에 따라 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 건식회화법으로 분석하였다.

유리당 및 유리 아미노산 조성

유리당 분석의 경우 시료 양파를 일정량 취하여 에탄올 농도가 80% 되게 하고 0.2µm의 filter로 여과시킨 후 HPLC를 사용하여 분석하였으며(14), 유리아미노

산은 시료 양파를 일정량 취하여 동량의 증류수를 가하고 1시간 정치한 후 0.2µm의 filter로 여과하고 OPA (orthophthalaldehyde) method로 아미노산 유도체를 제조하여 HPLC 분석에 사용하였다(15).

양파의 가수분해도 측정

각 효소에 의한 양파의 가수분해도는 서(16)의 방법에 따라 측정하였다. 이때 가수분해도는 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{가수분해도(D.H.)} = \frac{a-b}{a} \times 100$$

- a: 가수분해 전의 양파의 건조량
- b: 가수분해 후의 양파의 건조량

환원당 및 총당

양파 가수분해 중의 유리되는 총당의 함량은 phenol-sulfuric acid법(17)에 의해 측정하였다.

Pyruvic acid 함량

Pyruvic acid 함량은 Schwimmer와 Weston(18)의 방법에 준하여 420nm에서 흡광도를 측정한 후 sodium pyruvic acid를 이용하여 작성한 검량선으로 부터 농도를 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분

무안, 함안, 금산, 현풍, 제주, 현경 등 국내산 양파의

Table 1. Optimal reaction conditions of enzymes used for hydrolysis of onion

Enzyme	Source	Activity	Opt. pH	Opt. temp.
Celluclast 1.5L	<i>Trichoderma reesei</i>	1,500NCU/g	4.8	40°C
Viscozyme L	<i>Aspergillus</i> sp.	100FBG/g	3.3~5.5	40~50°C
Cereflo	<i>Bacillus subtilis</i>	200BGU/g	7.5	30°C
Pectines	<i>Aspergillus niger</i>	1,000FDU/g	4.5	50°C

NCU: Novo Cellulase Unit, FBG: Fungal Beta-Glucanase
BGU: Beta-Glucanase Unit, FDU: Ferment Depectination Unit

Table 2. Proximate composition of raw onion

	Muan	Hamam	Cheju	Geumsan	Hyunpung	Hyunkyung
Moisture	89.3	90.1	89.4	89.9	89.6	89.1
Protein	1.90	1.81	1.85	1.85	1.88	1.95
Fat	0.41	0.47	0.41	0.43	0.45	0.42
Carbohydrate	7.94	7.13	7.88	7.38	7.71	8.51
Ash	0.44	0.49	0.46	0.44	0.36	0.49

(%)

일반 성분을 분석한 결과는 Table 2에 나타내었다. 국내산 양파의 수분, 단백질, 지방, 탄수화물 및 회분의 함량은 89~90%, 1.8~1.9%, 0.4~0.5%, 7.1~8.5% 및 0.3~0.5%으로 수분을 제외하고 탄수화물이 가장 많았으며, 지방은 가장 적은 것으로 나타났으나 산지별 일반 성분의 함량 차이는 크지 않았다. 식품분석표(19)에 의하면 일반성분 역시 수분 90.5%, 단백질 1.1%, 지방 0.3%, 탄수화물 7.2%, 회분 0.5%로 본 실험 결과와 유사하였다.

국내산 양파의 유리아미노산 및 유리당의 조성을 분석한 결과는 Table 3 및 4와 같았다. Table 3에서 보는 바와 같이 국내산 양파 중에 함유되어 있는 주요 아미노산은 함황아미노산인 cysteine, 염기성 아미노산인 histidine, arginine 및 산성 아미노산인 glutamic acid인 것으로 나타났으며, 전체 아미노산에 대한 이들 아미노산의 비율은 제주 78.2%, 함안 74.3%, 현풍 62.3%, 금산 66.4%, 무안 63.2% 및 현경 69.8%으로 제주산 양파가 가장 높은 비율을 보인 반면 현풍산 양파는 가장 낮은 비율을 나타내었다.

한편 이들 주요 아미노산 중 특히 cysteine과 histidine

은 제주산 양파에, aginine은 현경산 양파에, aspartic acid는 현풍산 양파에서 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 산지별 아미노산 총 함량은 각각 제주 21.0 $\mu\text{mol/ml}$, 함안 20.71 $\mu\text{mol/ml}$, 현풍 17.83 $\mu\text{mol/ml}$, 금산 17.48 $\mu\text{mol/ml}$, 무안 23.04 $\mu\text{mol/ml}$ 및 현경 22.56 $\mu\text{mol/ml}$ 로 나타났다

Table 4에서 보는 바와 같이 국내산 양파에 함유되어 있는 유리당은 주로 fructose, glucose 및 sucrose인 것으로 나타났으며, fructose와 glucose의 함량이 sucrose보다 높았다. 이상의 3가지 유리당의 총 함량은 현풍과 현경산 양파가 각각 6.03%로 가장 높았으며, 함안산 양파가 5.01%, 제주, 금산, 무안산 양파가 각각 4.84%, 4.77%, 4.50%로 나타나 산지별로 유리당의 총 함량에서 다소 차이를 나타내었다. Nishibori와 Namiki(20)도 일본산 양파의 유리당 함량이 역시 본 실험결과와 유사한 glucose 1.7~3.2%, fructose 1.1~2.5%, sucrose 0.7~2.6%로 보고하였다.

양파 가수분해액의 가수분해도

Cerflo, Celluclast 1.5L, Pectinex와 Viscozyme L

Table 3. Free amino acid composition in raw onion

Amino acid($\mu\text{mol/ml}$)	Cheju	Haman	Hyunpung	Geumsan	Muan	Hyunkyung
Asp	0.54	0.46	1.81	0.87	0.77	0.82
Glu	1.34	2.41	2.91	2.34	2.27	2.20
Cys	4.44	2.97	2.98	1.89	1.77	2.04
Ser	0.55	1.15	1.34	0.93	1.41	0.88
His	7.50	6.02	4.14	4.95	6.52	7.28
Gly	0.07	0.15	0.44	0.26	0.30	0.50
Thr	0.28	0.36	0.39	0.33	0.58	0.36
Arg	3.15	3.99	1.14	2.42	4.01	4.23
Ala	0.37	0.51	0.55	0.61	1.03	0.69
Tyr	0.34	0.42	0.55	0.75	1.12	0.46
Met	0.05	0.06	0.07	0.11	0.09	0.07
Val	N.D.	0.05	0.05	0.09	N.D.	N.D.
Trp	0.51	0.43	0.36	0.38	0.76	0.58
Phe	0.26	0.22	0.14	0.27	0.37	0.27
Ile	0.33	0.29	0.17	0.19	0.37	0.27
Leu	0.66	0.60	0.37	0.51	0.79	0.80
Lys	0.61	0.62	0.42	0.58	0.88	1.11
Total	21.00	20.71	17.83	17.48	23.04	22.56

N.D.: Not detected

Table 4. Free sugar content in raw onion

Sample	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Mooan	1.83	2.03	0.64	4.50
Haman	2.26	2.21	0.54	5.01
Cheju	2.21	1.94	0.69	4.84
Geumsan	1.88	1.87	1.02	4.77
Hyunpung	2.24	2.53	1.26	6.03
Hyunkyung	2.25	2.53	1.25	6.03

등의 효소를 이용하여 양파 가수분해물 제조시 각 가수분해물의 분해도를 측정된 결과는 Fig. 1과 같았다. Pectinex에 의한 가수분해시 80%의 가수분해도를 보인 반면 Cereflo에 의해 가수분해시 62%로 낮은 가수분해도를 보였다. 그러나 Celluclast 1.5L와 Viscozyme L은 각각 71%와 69%의 비슷한 가수분해도를 보였다. Omran 등(17)은 sauerkraut와 cabbage 가수분해시 Celluclast 등 다른 효소에 비해 Pectinex가 70% 이상의 분해도를 보였다고 보고하였으며, 양파의 가수분해시에도 Pectinex가 가장 효과적임을 알 수 있었다.

양파가수분해액의 총당함량

Cereflo, Celluclast 1.5L, Pectinex와 Viscozyme L 등의 효소에 의해 얻어진 양파 가수분해액 중의 총당 함량을 측정된 결과(Fig. 2), 총당은 가수분해 시간이

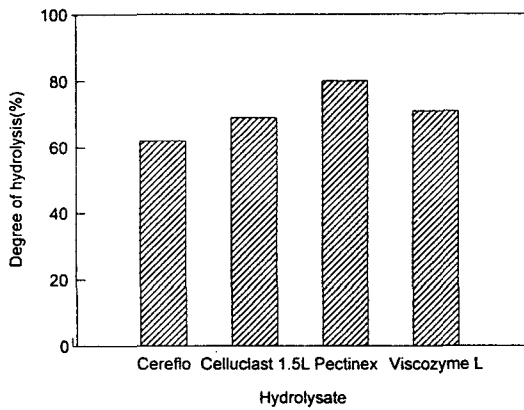


Fig. 1. Degree of hydrolysis in onion hydrolysates by the enzymes.

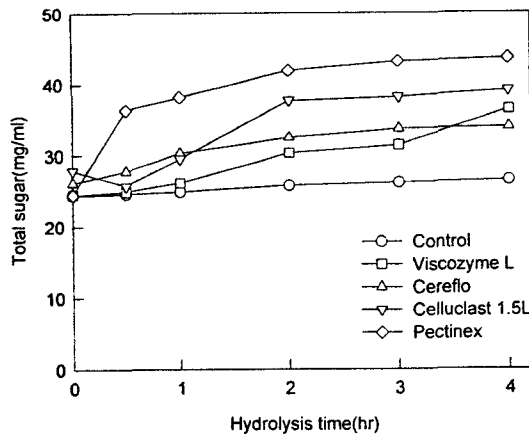


Fig. 2. Changes in total sugar contents of onion hydrolysates as affected by reaction time of the enzymes.

길어질수록 증가하는 경향을 보였으며, 총당의 생성량은 반응 초기에 급격히 증가하다가 반응시간이 길어질수록 서서히 증가하는 경향을 보였으며, 가수분해도가 높은 Pectinex가 역시 총당의 생성량이 가장 높았고 Cereflo가 가장 낮은 총당의 생성량을 보였다. 이는 Fig. 1의 가수분해도와 일치하는 경향을 보였다.

각 효소에 의해 4시간 가수분해하여 얻은 분해액의 당의 조성을 검토한 결과(Fig. 3), 가수분해 전의 양파 마쇄액에서의 당 함량은 fructose, glucose 및 sucrose가 각각 1.88%, 1.89% 및 1.02%인 반면, 효소에 의해 제조한 양파 분해액 중의 당 함량은 fructose가 2.82~4.32%, glucose가 2.84~3.80%, sucrose가 0.24~2.14%로 fructose와 glucose의 함량은 비교적 높았으나, sucrose의 함량이 다소 낮았다. Glucose의 함량에 비해 fructose의 함량이 비교적 높으므로 효소처리되지 않은 마쇄액에 비해 효소에 의한 가수분해액의 감미가 더 강할 것으로 사료되며, 특히 3개의 당중 가장 높은 감미도를 보이는 fructose량은 Pectinex에 의해 얻어진 가수분해액에서 가장 많았다. 이는 다른 효소에 비해 Pectinex가 pectin-transeliminase, polygalacturonase, pectinesterase와 hemicellulase의 활성을 가지는 복합 효소로 양파의 cellulose나 pectin류를 가장 잘 분해하기 때문으로 생각된다.

Allinase에 작용에 의해 생성되는 양파의 휘발성 성분의 함량 측정 척도로서 pyruvic acid의 함량을 측정된 결과(Fig. 4), 가수분해 전의 양파 마쇄액 중의 pyruvic acid의 함량은 324.8µg/ml로 상당히 높은 반면, 효소에 의해 제조한 가수분해액의 경우 97~115µg/ml로 급격히 감소하는 것으로 양파 특유의 향기성분의 소실이 큰 것으로 나타났다.

Schwimmer와 Mazelis(10)는 열풍건조 등 가공처

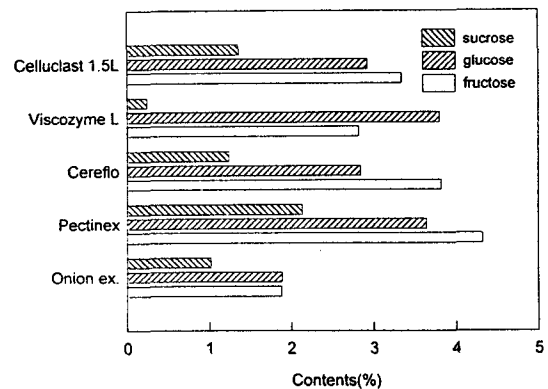


Fig. 3. Changes in glucose, fructose and sucrose content of onion hydrolysates by enzymes.

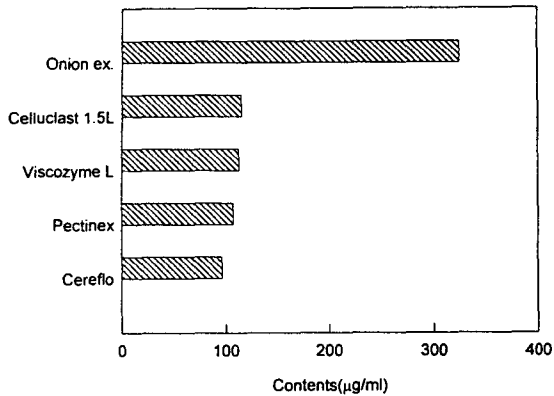


Fig. 4. Changes in pyruvic acid content of onion hydrolysate by the enzymes.

리 중의 양과 향기성분의 소실은 allinase의 불활성화 보다는 alliin의 열에 의한 파괴에 기인된다고 보고하였으며, Freeman과 Whenham(11)은 양파나 마늘 등의 건조시 향기성분의 소실은 allinase의 불활성화 및 그 전구체인 alliin의 비효소적 파괴, 휘발성 성분의 소실로 인한 전구체의 일부 효소적 가수분해에 기인된다고 보고하였다.

이상의 결과에 의하면 비록 양파의 향기성분의 소실 정도는 사용된 효소간의 차이를 볼 수 없었으나, 감미나 가수분해도가 우수한 pectinex의 사용이 양파 농축액 제조에 바람직할 것으로 생각된다.

요 약

본 실험에서는 국내산 양파들의 일반성분, 유리아미노산 및 유리당의 함량을 비교, 분석하였으며, 또한 Celluclast 1.5L, Viscozyme L, Cereflo 및 Pectinex 등의 효소를 첨가하였을 때의 양파 가수분해액의 수율 및 성분 변화에 대하여 조사하고자 하였다. 국내산 양파의 수분, 단백질, 지방, 탄수화물 및 회분의 함량은 89~90%, 1.8~1.9%, 0.4~0.5%, 7.1~8.5% 및 0.3~0.5%인 것으로 나타났다. 주요 유리당은 glucose, fructose 및 sucrose 이었으며, 주요 유리아미노산은 cysteine, histidine, arginine 및 glutamic acid였다. Cereflo, Celluclast 1.5L, Pectinex와 Viscozyme L 처리에 의한 양파의 가수분해도는 각각 69%, 71%, 80% 및 62%이었다. 효소에 의한 양파의 가수분해시 유리당의 함량은 증가한 반면 pyruvic acid 함량은 감소하는 경향을 보였다.

문 헌

1. Bracco, U., Loliger, J. and Viret, J. L. : Production and

- use of natural antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **58**, 686(1981)
2. Noda, K., Isozaki, S. and Taniguchi, H. : Growth promoting and inhibiting effects of spices on *E. coli*. *Nippon Shokohin Kogyo Gakkaishi*, **11**, 791(1985)
3. 徳丸七恵 : 香辛料の抗菌性と抗酸化性. *New Food Industry*, **30**, 68(1988)
4. 유태중 : 식품보감. 문운당(1988)
5. Bajaj, K. L., Kaur, G., Singh, J. and Gill, S. P. S. : Lanchrymatory factor and other chemical constituents of some varieties of onion. *J. Plant Foods*, **3**, 199(1979)
6. Zusammensetzung, Z. and Beurteilung, F. R. : Onion sausage. *Fleisch Wirtschaft*, **63**, 1816(1983)
7. Nava, L. J. and Ewing, N. L. : Process for the producing dry discrete agglomerated galic and onion and resulting products. *USP, US 4*, **394**, 394(1983)
8. Anon : Onions processed into a variety of forms food processors. *Processed Prepared Food*, **151**, 135(1982)
9. Farber, L. : The chemical evaluation of the pungency of onion and garlic by the content of volatile reducing substances. *Food Technol*, **11**, 621(1957)
10. Schwimmer, S. V. and Mazelis, M. : Characterization of Allinase of allium cepa(onion). *Arch. Biochem. Biophys.*, **10**, 66(1963)
11. Freeman, G. G. and Whenham, R. J. : The use of synthetic (+)-S-1-propyl-L-cystein sulphoxide and of allinase preparations in studies of flavor changes resulting from processing of onion(*Allium cepa* L.). *J. Sci. Fd Agric.*, **26**, 1333(1975)
12. Schwimmer, S., Vendrom, D. W. and Guadagni, D. G. : Relation between pyruvate content and odor strength of reconstituted onion powder. *Food Technol.*, **18**, 121(1964)
13. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 16th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D. C. (1980)
14. Olano, A., Calvo, M. M. and Reglero, G. : Analysis of free carbohydrates in milk using micropacked column. *Chromatographia*, **21**, 538(1986)
15. White, J. A. and Hart, R. J. : *HPLC analysis of amino acids*, Food Analysis by HPLC. Nollet, Leo M. L. (eds.), Marcel Dekker Inc., N.Y.(1992)
16. 서형주, 이호, 조홍연, 양한철 : 명태단백 가수분해물 제조 및 plastein의 합성. *한국농화학회지*, **35**, 339(1992)
17. Omran, H., Buchenhüskes, H., Zapo, B. and Gierscher, K. : Technical enzymes for the liquefaction of white cabbage and sauerkraut. *Food Biotechnol.*, **3**, 59(1989)
18. Schwimmer, S. and Weston, W. J. : Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem*, **9**, 30(1961)
19. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원 : 식품성분표. 제 4개정판, p.218(1991)
20. Nishibori, S. and Namiki, K. : Free sugars in onion bulbs. *J. Food Sci. & Technol.(Japan)*, **29**, 271(1982)

(1996년 7월 23일 접수)