

건조방법이 분말마늘의 품질에 미치는 영향

정신교·최종욱

경북대학교 농과대학 식품공학과

The Effects of Drying Methods on the Quality of the Garlic Powder

Shin Kyo Chung, Jong Uck Choi

Department of Food Science & Technology, College of
Agriculture, Kyung-pook National University

Abstract

The quality of garlic powder produced by hot air drying and freeze drying method was evaluated. Porapak Q column was comparatively profitable for the separation of flavor components in hexane extracts of garlic. Freeze dried (FD) garlic powder had higher diallyl disulphide, total pyruvic acid and alliin than hot air dried (HD) garlic powder. On the results of color evaluation by color difference meter, garlic powder of HD were more brownish than FD. In microstructure of garlic powder observed by SEM, freeze dried garlic powder was fairly porous.

Key words: quality, garlic powder, diallyl disulphide

서 론

마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과에 속하는 인경 작물로서 기원 이전부터 향신료 및 약용으로 인류가 널리 이용하여 왔었다.

마늘의 유효성분은 alliin, 즉 결정성 아미노산인 S-allyl-L-cysteine sulfoxide 라고 알려져 있으며⁽¹⁾, 마늘 특유의 휘발성 향기성분은 마늘 조직이 파괴될 때 자체효소인 allinase⁽²⁾에 의하여 alliin 이 분해되어 생성된 allicin 이 다시 diallyl thiosulfinate 와 diallyl disulphide 및 저급의 sulphide 류로 분해되어 발생된다⁽³⁾고 보고되고 있다.

이러한 마늘의 향기성분에 관하여 Brodnitz 등⁽⁴⁾은 trichlorofluormethane 으로 추출한 마늘의 향기성분 중 diallyl thiosulfinate 와 diallyl mono, di, trisulfide 등을 분리하였고, 최근 Yu 등⁽⁵⁾은 GC 와 GC-MS 를 이용하여 수증기 증류한 마늘의 향기성분 중 30여종을 동정하여 diallyl disulfide 와 diallyl trisulfide 의 함량이 75% 이상임을 보고한 바 있다.

또한 alliin 의 분해과정 중 생성된 allicin 의 thiosulfonate 가 SH 기와 강하게 반응하여 세포대

사에 저해작용^(6,7)을 함으로써 마늘은 항균력⁽⁸⁾, 항암작용⁽⁹⁾, 저혈당작용⁽¹⁰⁾, 동맥경화예방⁽¹¹⁾ 등의 약리적 효능을 나타내는 것으로 알려져 있다.

한편 장기보존의 수단 및 사용시의 간편화로 인하여 각종 식료품 및 약재 등에 건조 마늘 제품의 소비가 국내에서도 연간 20-30% 정도로 증가되는 추세⁽¹²⁾에 있다.

따라서 본인 등은 현재까지 광범위하게 이용되고 있는 열풍건조법과 품질의 우수성으로 인하여 향후 그 이용이 더욱 증대될 것으로 예상되는 동결건조법으로 건조조건을 몇 가지로 변경시켜 분말마늘을 제조하고 건조방법과 건조조건에 따른 분말마늘의 향기성분 및 alliin 함량, 색도 등의 품질요소를 비교 조사하였기에 보고한다.

재료 및 방법

공시재료

시료용 마늘은 경북 의성군 안평면 대사동 소재 농가에서 1987년 6월경 수확한 소인편종으로 인편의 중량이 6g(±0.5g) 내외인 것을 선별, 박피하여 0.2-0.3 cm 로 세절하여 건조용 시료로 사용하였으며 건조 후 100-120 mesh 로 분쇄하여 건조분말로 하였다.

시료의 초기 수분 함량은 1.53-1.57g H₂O/g dry

Corresponding author: Shin Kyo Chung, Department of Food Science & Technology, College of Agriculture, Kyung-pook National University, Sankyuk-dong 1370, Pook-gu, Daegu 702-701

Table 1. The drying conditions of garlic powder

Drying Method	Air flow rate (m ³ /min) Freezing temp. (°C)	Drying temp. (°C)	Final moisture content (gH ₂ O/g dry solid)	Note
Hot air drying	2.30	50	0.08	HD-1
	2.30	60	0.08	HD-2
	2.30	70	0.08	HD-3
Freeze drying	-30	20	0.03	FD-1
	-78	20	0.03	FD-2
	-196	20	0.03	FD-3

solid 이었다.

건조방법

시료 마늘의 건조는 건조온도 및 풍량의 제어가 가능한 실험실 규모로 제작한 열풍건조기(L×W×H, 900×450×500mm)와 동결건조기(Edwards High Vacuum Co, Super Modulyo 10)를 사용하였으며 시료의 동결은 deep freezer와 액체 질소를 사용하여 각각 -30, -78, -196°C에서 행하였으며 다점온도계로 동결 및 건조온도를 계속적으로 기록하였다.

실험구분

실험구는 Table 1과 같이 나누었다.

수분분석

생마늘의 수분은 상압가열건조법, 분말마늘은 적외선 수분계(Satorious co.)를 이용하여 측정하였다.

향기 성분분석

Diallyl disulphide 분석

생마늘 및 분말마늘의 diallyl disulphide 분석은 Oak 등⁽¹³⁾의 방법에 따라 용매추출한 후 Table 2의 조건에서 Gas Chromatograph(Pye Unicam Co, GC 304)로 분석하였다. 이 때 생마늘은 0.2-0.3cm

Table 2. Working condition of G.C. for analysis of garlic flavor

Items	Conditions
Column	porapak Q
Detector	F. I. D.
Carrier gas	He
Column temperature	240°C
Injection temperature	150°C
Detector temperature	250°C
Injection volume	0.5 μ l
Chart speed	0.25 cm/min

로 세절하여 사용하였다. 내부표준물질은 p-Cymene을 이용하였으며 diallyl disulphide 함량은 내부표준물질의 peak 면적에 대한 상대적 면적비로 환산하였다.

Pyruvic acid 함량

P_t(Total pyruvic acid) 및 P_c(Control pyruvic acid)의 함량은 Schwimmer 등⁽¹⁴⁾의 방법에 준하여 420nm에서 흡광도를 측정한 후 sodium pyruvic acid를 이용하여 작성한 검량선에서 농도를 계산하여 μ mole/g dry solid로 나타내었다.

Alliin 분석

Gaind⁽¹⁵⁾, 조⁽¹⁶⁾ 등의 방법에 따라 측정하였으며 alliin 표준은 北海島 大學 西村 교수로부터 제공받은 것을 사용하였다.

색도 측정

색차계(Yasuda seik seisakusho, Model 600-UC-IV)를 이용하여 표면 색도값인 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값을 측정하였다.

조직구조 관찰

건조분말의 미세조직구조 관찰을 위하여 1.5cm 두께의 시료를 gold ion coating한 후 주사전자현미경(Hidachi Co.)으로 관찰하였다.

시약

본 실험에 사용한 hexane, diallyl disulphide, p-cymene, sodium pyruvate는 東京化成社 특급시약을 사용하였다.

결과 및 고찰

향기성분에 미치는 영향

Fig. 1과 2는 hexane으로 용매추출한 생마늘 및 건

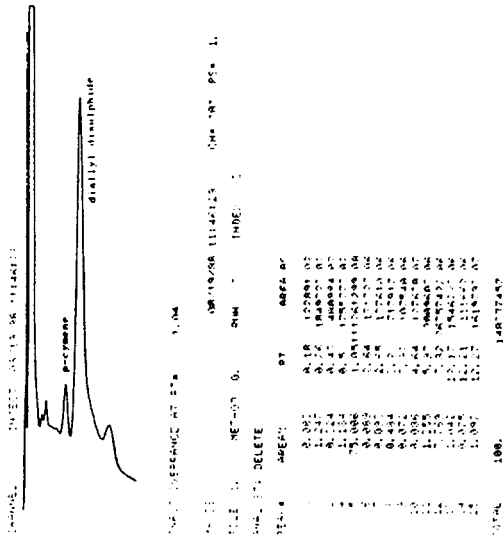


Fig. 1. Gas chromatogram of flavor components in raw garlic.

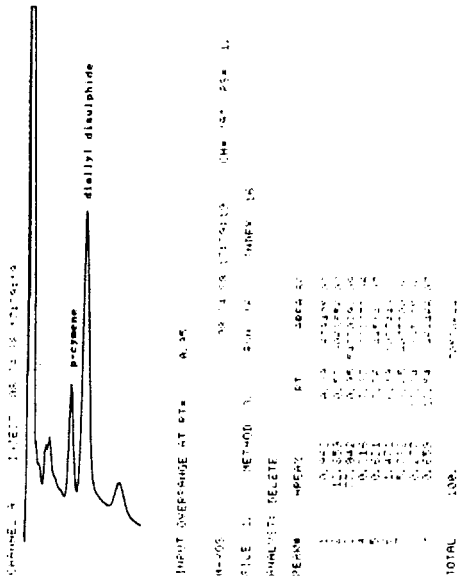


Fig. 2. Gas chromatogram of flavor components in garlic powder (Hot-air dried at 50°C).

조 분말마늘의 휘발성 향기성분을 porapak Q 칼럼으로 분석한 GC chromatogram이다.

Hexane 추출한 마늘의 휘발성 향기성분의 분리양상은 비교적 단순하였으며 이는 같은 allium 속 식물인 양파나 부추에 비하여 향기성분의 분포가 단순하다는 Freeman 등⁽¹⁷⁾의 보고와 유사하였다.

용매추출한 마늘 향기성분은 PEG 칼럼을 이용하여

ECD(Electrin Capture Detector)⁽¹⁸⁾, FPD(Flame Photometric Detector) 등⁽¹⁸⁾으로 분석되어 왔으나 본 실험결과 porapak Q 칼럼을 이용하여 FID (Flame Ionization Detector)상에서도 마늘향기의 주 성분인 sulphide 화합물을 비교적 양호하게 분리할 수 있어서 금후 그 이용이 기대된다.

또한 p-cymene 을 이용하여 구한 마늘의 향기성분 중 diallyl disulphide 의 함량이 가장 높게 나타났으며 이러한 결과는 마늘 정유의 주성분이 diallyl disulphide 로 구성되어 있다는 Wertheim⁽¹⁹⁾의 보고와 유사한 결과이며 Brodnitz 등⁽⁴⁾, Yu 등⁽⁵⁾의 보고와도 관련이 깊다고 할 수 있다.

따라서 diallyl disulphide 함량은 마늘의 총 휘발성 향기성분의 척도로서 이용될 수 있을 것으로 생각되어, 건조방법과 건조조건에 따른 분말마늘의 diallyl disulphide 의 상대적 함량을 Table 3에 비교하여 보았다.

열풍건조 분말마늘의 diallyl disulphide 의 상대적 함량은 70-83%까지 소실되었으며, 이에 비하여 동결건조 분말마늘은 48-80%까지 소실되었고 열풍건조구에 비하여 비교적 그 보유율이 양호하였다.

그러나 액체질소로 순간급속 동결시킨 FD-3구에서는 각각 -30, -78°C에서 동결 후 건조시킨 FD-1, FD-2구에 비하여 월등히 낮았다.

Table 4는 생마늘과 건조 분말마늘의 pyruvic acid 함량을 조사한 것이다. Allium 속 식물의 flavor 성분의 간접적인 척도로서 alliin 의 분해산물인 pyruvic acid 를 측정하는 방법을 많이 이용하고 있으며 pyruvic acid 함량은 diallyl disulphide 함량과 높은 상관관계를 가진다⁽²⁰⁾.

Table 3. Relative amounts of diallyl disulphide in raw and dried garlic powder^{a)}

Treatments	Diallyl disulphide contents ^{b)}
Raw	1312
HD-1	393
HD-2	282
HD-3	230
FD-1	684
FD-2	635
FD-3	254

^{a)}HD-1,2,3 means hot air dried at 50, 60, 70°C, and FD-1,2,3 means freeze dried with pre-frozen at -30, -78, -196°C, respectively.

^{b)}Peak area of p-cymene used for internal standard = 100.

Table 4. Pyruvic acid contents in raw and dried garlic powder^{a)}

Treatments	Pyruvic acid (μ mole/g dry solid)		
	P _t (b)	P _c (c)	P _e (d)
Raw	326.80	23.68	303.12
HD-1	181.46	42.68	138.78
HD-2	145.14	58.42	86.72
HD-3	113.67	63.29	50.38
FD-1	231.47	45.64	185.83
FD-2	226.78	38.27	188.51
FD-3	54.39	36.26	18.13

a) Abbreviations are the same as in Table 3.

b) P_t means total pyruvic acid

c) P_c means control pyruvic acid

d) Pyruvic acid produced by enzyme (P_t-P_c)

이 때 P_c는 glycolysis의 metabolite⁽²¹⁾로서 P_t의 대부분이 효소적으로 생성된 pyruvic acid 라고 할 수 있다.

본 실험에서 P_t는 열풍건조의 경우 건조온도의 상승에 따라 45-65%까지 감소하였으며 동결건조법의 경우, FD-1, FD-2구에서는 약 30% 정도 감소하였으며 FD-3구에서는 가장 그 함량이 낮게 나타났다.

이러한 결과는 diallyl disulphide 함량을 조사한 결과와 유사하며 FD-3구에서는 액체질소에 의한 순간급속 동결시 향기성분의 생성효소인 allinase의 불활성화로 인하여 효소적으로 생성된 diallyl disulphide와 pyruvic acid의 함량이 낮은 것으로 생각된다.

마늘 향기성분의 alliin 함량을 건조조건별로 조사한 결과를 Table 5에 나타내었다.

열풍건조시킨 분말마늘의 alliin 함량은 83-73%까지, 동결건조구에서는 50-60%까지 감소하였으며, 비교적 동결건조구가 열풍건조구에 비하여 함량이 높게 나타났으며 또한 FD-3구에서 alliin 함량이 가장 높게

Table 5. Alliin contents in raw and dried garlic powder^{a)}

Treatments	Alliin contents (mg %, dry basis)
Raw	8.62
HD-1	2.33
HD-2	1.85
HD-3	1.54
FD-1	4.23
FD-2	3.95
FD-3	5.02

a) Abbreviations are the same as in Table 3.

나타났다.

Freeman 등⁽²²⁾은 allium속 식물의 건조시 향기성분의 소실은 allinase의 불활성화 및 그 전구체인 alliin의 비효소적 파괴, 휘발성 성분의 소실로 인한 전구체의 일부 효소적 가수분해 등에 기인한 것으로 보고하였으며 Schwimmer 등⁽²³⁾은 열풍건조한 양파의 향기성분의 소실은 allinase의 불활성화 정도 보다는 기질인 alliin의 열에 의한 파괴에 의한 것이라고 보고한 바 있다.

따라서 본 실험의 결과 alliin의 함량이 높은 동결건조구에서 diallyl disulphide 및 pyruvic acid 함량이 높은 것으로 미루어 마늘 향기성분의 소실에 alliin의 함량이 상당히 밀접한 관련이 있다고 사료된다.

한편 타 건조구보다 alliin 함량이 높은 FD-3구의 경우 향기성분의 함량이 극히 낮아 향신료로서 이용하기에는 부적합하다고 사료된다.

색도에 미치는 영향

건조 분말마늘의 색도를 색차계로 측정된 결과는 Table 6과 같다.

열풍건조구에서는 건조온도의 상승에 따라 적색도 및 황색도를 나타내는 a, b 값은 증가하였으나 밝기를 나타내는 L 값은 감소하는 경향이었으며 비교적 열풍건조구가 갈변현상이 심하게 나타났다.

미세조직 관찰

Fig. 3과 4는 HD-1구와 FD-1구의 분말마늘을 주사전자현미경을 이용하여 300배로 관찰한 것이다.

HD-1구에 비하여 FD-1구의 건조분말은 상당히 다공질이며 입자들간의 응결현상이 나타났다. 동결건조 분말마늘은 열풍건조 분말마늘에 비하여 저수분 함량이며 또한 다공성으로 인한 흡습 표면적이 크므로 분말이 외기에 노출될 때 표면의 신속한 흡습으로 인하여 이들

Table 6. Color and color difference meter readings in raw and dried garlic powder^{a)}

Treatments	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)
HD-1	83.7	2.04	23.3
HD-2	83.2	2.23	22.7
HD-3	82.2	3.67	25.6
FD-1	85.4	1.45	21.4
FD-2	85.7	1.49	19.8
FD-3	86.9	0.27	6.5

a) Abbreviations are the same as in Table 3.



Fig. 3. Scanning electron microscopic photographs of garlic powder (Hot-air dried at 50°C, ×300).



Fig. 4. Scanning electron microscopic photographs of garlic powder (Freeze drying with pre-frozen at -30°C, ×300).

입자들 간의 응결을 초래한 것으로 사료된다.

요 약

열풍건조법과 동결건조법으로 제조한 분말마늘의 품질을 비교 조사하였다. 마늘의 휘발성 향기성분을 분리하는데 porapak Q 칼럼이 비교적 적합하였으며 FD-3 구를 제외한 모든 동결건조구에서 열풍건조구에 비하여 diallyl disulphide, P₁₁, alliin의 함량이 높게 나타났다. 색차계로 분말마늘의 색도를 조사한 결과, 열풍건조구가 동결건조구에 비하여 갈변현상이 심하게 나타났으며 주사전자현미경으로 분말마늘의 미세조직을 관찰한 결과 동결건조 분말은 상당히 다공성이었다.

문 헌

1. Stoll, A. and Seebeck, E.: Chemical investigation on alliin, the specific principle of garlic, *Advan. Enzymol.*, 11, 377(1951)
2. Mazelis, M. and Crews, L.: Purification of the alliinase of garlic, *Allium sativum* L. *Biochem. J.*, 108, 725(1968)
3. Stoll, A. and Seebeck, E.: über den enzymatischen abbau des alliiins und die eigenschaften der alliinase. *Helv. Chim. Acta.*, 32, 197(1949)
4. Brodnitz, M.H., Pascale, J.V. and Derslice, L.V.: Flavor components of garlic extract, *J. Agr. Food Chem.*, 19, 273(1971)
5. Yu, T.H., Wu, C.M. and Liou, Y.C.: Volatile compounds from garlic, *J. Agric. Food Chem.*, 37, 725(1989)
6. Small, L.D., Bailey, J.H. and Cavallito, C.J.: Alkyl thiosulfinates, *J. Am. Chem.*, 69, 1710(1947)
7. Bogin, E. and Abrams, M.: The effect of garlic extract on the activity of some enzymes, *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 14, 417(1976)
8. Shashikanth, K.N., Basappa, S.C. and Murthy, V.S.: Studies on the antimicrobial and stimulatory factors of garlic(*Allium sativum* L.), *J. Food Sci. and Technol.*, 18, 44(1981)
9. 中田利一: 腫瘍發育に及ぼす生ニンニク抽出液の影響, *日本衛生學雜誌*, 27, 538(1973)
10. Jain, R.C. and Vyas, C.R.: Garlic in alloxan induced diabetic rabbits. *Am. J. Clin. Nutr.*, 28, 684(1975). *Chem. Abster.*, 83, 130435V(1975)
11. Jain, R.C.: Effect of garlic on serum lipids, coaguability and fibrinolytic activity of blood. *Am. J. Ch.*, 39, 1380(1977)
12. 김현구, 조길석, 강통삼, 신호선: 상대습도와 저장온도에 따른 건조마늘 플레이크의 갈변 및 흡습특성, *한국식품과학회지*, 19(2), 176(1987)
13. Oaks, D.M., Hartmann, H. and Dimick, K.P.: Analysis of sulfur compounds with electron capture hydrogen flame dual channel gas chromatography. *Anal. Chem.*, 36, 1560(1964)
14. Schwimmer, S. and Weston, W.J.: Enzymatic development of pyruvic and in onion as a measure of pungency, *J. Agr. Food Chem.*, 9, 301(1961)
15. Gained, K.N., Dar, R.N. and Popil, S.D.: Determination of alliin in garlic, *Indian J. Pharm.*, 27(7), 19(1965)
16. 조수열: 마늘 유효성분에 미치는 무기영양소의 영향, 영남대학교 대학원 박사학위 논문집, 1978
17. Freeman, G.G.: Distribution of flavor components in

- onion(*Allium cepa* L.), leek(*A. porrum*) and garlic(*A. Sativum*), *J. Sci. Fd. Agric.*, **26**, 471(1975)
18. Kwon, J.H. and Yoon, H.S.: Changes in flavor components of garlic resulting from gamma irradiation, *J. Fd. Sci.* **50**, 1193(1985)
 19. Wertem, T.: Investigation of garlic oil, *Advances in Fd. Res.*, **22**, 73(1976)
 20. Freeman, G.G. and Mossadeghi, N.: Influences of sulfate nutrition on the flavor components of garlic(*Allium sativum*) and wild onion(*A. vinale*), *J. Sci. Fd. Agric.*, **22**, 330(1971)
 21. Freeman, G.G. and Mossadeghi, N.: Effect of sulfate nutrition on flavor components of onion, *J. Sci. Fd. Agric.*, **21**, 610(1970)
 22. Freeman, G.G. and Whenham, R.J.: The use of synthetic (+)-S-1-propyl-L-cysteine sulphoxide and of alliinase preparations in studies of flavour changes resulting from processing of onion(*Allium cepa* L.), *J. Sci. Fd. Agric.*, **26**, 1333(1975)
 23. Schwimmer, S., Venstrom, D.W. and Guadagni, D. G.: Relation between pyruvate content and odor strength of reconstituted onion powder, *Food Technol.*, **18**, 121(1964)
-
- (1989년 10월 23일 접수)