

숙성 조건 변화에 의한 흑마늘의 이화학적 특성변화

Changes in Physicochemical Properties and by the Aging Conditions of Garlic

서보영^{1*}

Bo-Young Seo^{1*}

〈Abstract〉

When garlic is aged for a certain period of time while maintaining proper humidity, it causes a browning reaction by its own ingredients and enzymes. In this study, the physicochemical properties were analyzed by varying the temperature conditions for aging garlic. It was found that about 20% of the weight of garlic was reduced through the aging process. During the aging process, both samples showed the highest water content on the 10th day of aging, and the water content of the two samples was similar after the aging was completed. In the analysis of total sugar content change, AG1 (22.0 ± 0.7 vs 21.4 ± 0.6) showed a significantly higher sugar content on the 10th day of aging, but showed a tendency to gradually decrease thereafter, whereas AG2 showed a steady increase in sugar content during the aging process ($18.7 < 21.4 < 21.7 < 22.3 < 23.7$). The pH change that occurred during the aging process showed the most pH change on the 10th day. In AG1, the pH gradually decreased as the aging period increased, whereas in AG2, the pH increased significantly after the 10th day. In the analysis of browning, AG1 increased sharply on the 10th day and maintained the state, and AG2 showed a significant increase in browning according to the aging process. In conclusion, based on the results of this study, if various ripening temperature conditions are set, it is judged that it will play a positive role in improving the productivity of black garlic.

Keywords : Garlic, Aging Condition, Physicochemical Activity

1 정회원, 장신대학교 식품영양학과, 교수
Email: byseo@cs.ac.kr

1 Corresponding Author, Professor Dept. of Food and Nutrition,
Ph.D Changshin University

1. 서론

마늘(*Allium sativum* L)은 백합과(Liliaceae) 파속(*Allium*)에 속하는 비늘줄기채소이며, 우리나라의 전통적인 식생활에서 식품의 맛과 건강을 증진시키는 대표적인 식품이다[1].

마늘은 수분 함량이 높아 저장 유통기간 중 일어날 수 있는 발아와 효소적 갈변반응, 미생물 번식에 의한 부패 등의 이유로 장기간 보관이 어려워 가공처리를 거친 중간소재로 활용하는 것이 유리하다[2]. 전통적으로 마늘 섭취를 용이하게 하는 방법으로 굽거나 찌는 조리법을 활용하여 자극적인 냄새를 제거하는 방법이 이용되어 왔으며[3], 통마늘을 고온의 저장 상태에서 적절한 습도를 유지하면서 일정시간 숙성시킬 경우 마늘의 자체 성분과 효소 등에 의해 갈변반응을 일으켜 마늘 내부까지 진한 흑갈색을 띠게 된다. 이것을 ‘흑마늘’이라 부르며, 흑마늘은 일반 마늘에 비해 단맛이 증가하고 매운맛이 감소되는 반면 향과 점도가 높아져 식감과 풍미가 향상되는 효과를 가진다[4].

흑마늘은 가공처리 과정 중에 당 성분과 아미노산이 비효소적 갈변반응을 일으켜 melanoidins가 생성되고 휘발성 물질은 거의 소실되며 총 phenol, 플라보노이드가 증가하고 수용성 성분인 S-allylcysteine (SAC), S-allyl mercaptocystein (SAMC) 등이 생성되어 생마늘보다 항산화, 항암, 콜레스테롤 저하, 암세포 성장 억제, 심장질환의 예방 효과가 높은 것으로 알려져 있다[5-8].

그러나 흑마늘 가공 중 영향요인으로 작용하는 마늘 원물의 상태, 알의 크기, 원물의 수분 함량 및 당도 등 다양한 변수들에 의해 흑마늘의 숙성 과정이 표준화 되지 못하고 있는 실정이다[8]. 따라서 본 연구에서는 흑마늘 숙성의 최적화를 위한 온도 조건을 탐색하여 흑마늘의 이화학적 변화를 알아보고자 하였으며, 흑마늘 가공의 표준화를 위

한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

실험에 사용된 마늘은 남해에서 생산된 1등급을 선별하여 꼭지부분은 위로 1~2 cm 가량 남긴 상태로 뿌리부분을 제거하고 사용하였다. 숙성은 뚜껑이 있는 스테인리스 용기에 넣어 온도조절이 가능한 가열 숙성기에서 온도를 변화시키며 Table 1의 조건으로 진행하였다. 숙성 조건은 고온에서 점진적으로 온도를 낮추는 방식(Aging garlic 1, AG1)과 온도를 교차하는 방식(Aging garlic 2, AG2)으로 나누어 진행하였다.

Table 1. Temperature change according to aging period (°C)

	0 day	10 day	15 day	20 day	25 day
AG1	80	70	60	50	50
AG2	80	60	70	60	25

2.2 수분함량 분석

수분함량은 105 °C 상압가열 건조법을 이용하여 결과를 분석 (kett FD-610) 하였다.

2.3 당도 분석

당도측정은 시료를 곱게 갈아 10,000 × g에 10분간 원심분리 후 상층액을 증류수에 1:1로 희석하여 디지털 당도계(AtagoPAL-1)를 이용하여 측정하였다.

2.4 pH 변화 분석

숙성에 따른 pH 변화를 분석하기 위해서 시료 10 g을 증류수 100 mL과 섞어 완전히 분쇄한 후 pH meter를 이용하여 pH를 분석하였다.

2.5 갈변화 분석

숙성에 따른 갈변화 변화를 분석하기 위해서 흑마늘 10 g을 증류수 100 mL과 섞어 완전히 분쇄한 후 10,000 × g에 10분간 원심분리 후 상층액을 활용하였다. UV-spectrophotometer를 이용하여 420 nm에서 흡광도 측정하여 갈변화 정도를 측정하였다.

3. 통계처리

모든 데이터의 통계처리는 SPSS Windows 14.0(IBM, Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였고 결과는 평균±표준편차(SD)로 나타내었으며, 신뢰 수준 95% ($P < 0.05$)에서 평균값들에 대해 유의성을 검증하였다. Duncan's multiple range test를 이용하여 숙성기간에 따른 유의성 차이를 검증하였으며, AG1과 AG2의 시료간의 동일 시점 유의성 검증을 위하여 Student t-test를 이용하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 무게변화 측정 결과

마늘의 숙성기간에 따른 무게변화는 Fig. 2와 같다. 측정결과, 두 시료 모두 숙성 10일까지의

무게감소가 가장 많은 것으로 나타났으며, 전체 숙성과정을 통해 마늘 무게의 20% 정도가 감소한 것으로 나타났다. 마늘 무게는 숙성 20일차 이후부터 변화가 없는 것으로 나타났다.

4.2 수분함량 분석 결과

수분함량 분석 결과 (Fig. 2), 생마늘 상태의 AG1과 AG2 수분함량이 다른 것으로 확인되었으

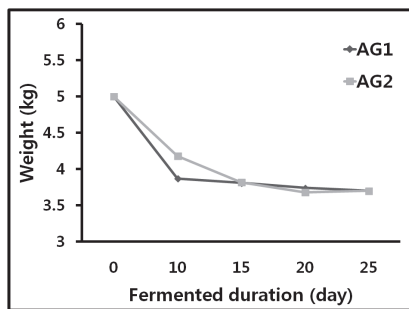


Fig. 1 Weight change according to aging period

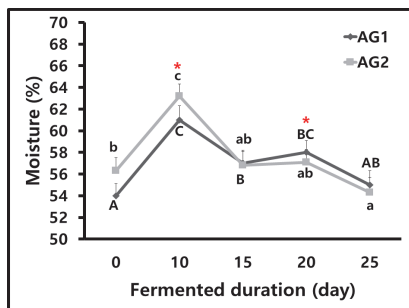


Fig. 2 Changes in moisture content according to the aging period

Values are mean with standard deviation.

Values not sharing the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

* Significantly different between AG1 and AG2 at the same period for fermentation was indicated by Student t-test ($* p < 0.05$).

며, AG2의 원시료에서 수분함량이 많은 것을 알 수 있었다. 숙성과정을 거치면서 두 시료 모두 숙성 10일 차에 가장 높은 수분 함량을 보유하는 결과를 보였으며, 15일 차에 급격하게 수분함량이 줄어드는 것을 알 수 있었다. 상대습도가 20~45% 정도인 경우 탈습과 흡습이 원활하게 일어나고, 이 과정에서 일시적으로 탈습보다 흡습이 활발하게 일어나 수분의 함량이 높아진다. 숙성과정이 길어지게 되면 흡습보다 탈습이 늘어나게 되어 식품 내의 수분 중 자유수는 증발하고 결합수 상태의 수분만 존재하게 된다[9]. 10일차와 20일 차에 AG1과 2 사이의 유의성을 확인할 수 있었으나, 최종 숙성 25일 차에서는 유의성이 나타나지 않았다.

4.3 당도 분석 결과

당도를 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 숙성 전 마늘에서의 당도는 두 시료 모두 비슷한 수준을 보였으나, 숙성 10일 차 이후의 당도변화가 유의

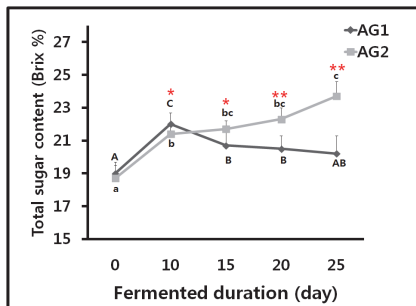


Fig. 3 Changes in total sugar content according to the aging period

Values are mean with standard deviation. Values not sharing the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

* Significantly different between AG1 and AG2 at the same period for fermentation was indicated by Student t-test (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

적으로 양분화 되는 경향을 확인할 수 있었다. 숙성 10일차에는 AG1(22.0 ± 0.7 vs 21.4 ± 0.6)이 유의적으로 높은 당도를 보였으나, 이후 점차 감소하는 경향을 보인데 반해, AG2는 숙성과정 중에 꾸준히 당도가 높아지는 결과($18.7 < 21.4 < 21.7 < 22.3 < 23.7$)를 보여, 당도의 변화에 숙성온도가 중요한 요인으로 작용한 것을 알 수 있었다. 이는 숙성조건에 따라 환원당의 생성 정도가 달라지는 것을 의미한다[10].

4.4 pH 변화 분석 결과

숙성 과정 중에 일어나는 pH의 변화는 Fig. 4에 제시하였다. pH는 생마늘의 경우 AG1은 6.3, AG2는 6.5에서 숙성 10일차에 AG1은 4.4, AG2는 4.2 수준으로 감소하여 가장 큰 폭의 변화를 보였으며, AG1은 숙성 기간이 길어질수록 pH가 점점 낮아져 숙성 종료 시점에는 4.0의 결과를 보였다. 반면, AG2의 경우 10일 차에 급격하게 변화된 pH 수준은 이후 다소 증가하는 경향을 보여

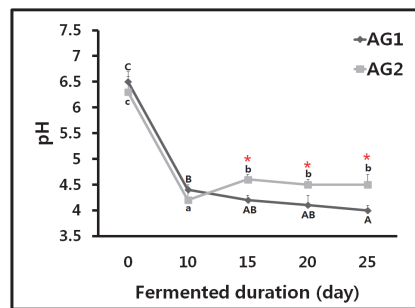


Fig. 4 Changes in pH according to the aging period

Values are mean with standard deviation. Values not sharing the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

* Significantly different between AG1 and AG2 at the same period for fermentation was indicated by Student t-test (* $p < 0.05$)

15일차에는 4.6, 20일과 25일 차에는 4.5로 유지되는 결과를 보였다. 흑마늘은 제조화 과정에서 산성화 되는 경향을 보이고, 온도가 높을수록 pH는 더 많은 감소를 보인다는 선행연구 결과와 동일한 결과를 확인할 수 있었다[11]. 본 연구결과를 통해 흑마늘의 숙성온도 설정 조건을 다르게 할 경우, 가속화되는 흑마늘의 산성화를 억제시킬 수 있는 가능성을 확인하였다.

4.5 갈변화 분석 결과

숙성 단계별 갈변화 정도를 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 숙성 중 AG1과 AG2의 갈변화는 숙성 10일차부터 유의적인 차이를 보였다. AG1의 경우 숙성 10일 이내에 마늘의 갈변이 종결되어 이후에는 동일한 색도를 유지하는 결과를 나타내었으며, AG2는 숙성과정에 따라 유의적으로 갈변도가 증가하는 결과를 보여 25일 숙성이 종료되는 시점에서는 AG1과 동일 수준의 갈변도를 보였다.

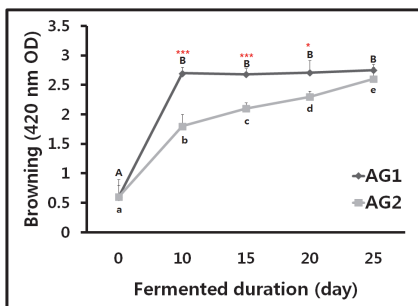


Fig. 5 Changes in browning according to the aging period

Values are mean with standard deviation. Values not sharing the same letter are significantly different from one another ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

* Significantly different between AG1 and AG2 at the same period for fermentation was indicated by Student t-test (* $p < 0.05$, *** $p < 0.001$)

마늘의 열풍건조 중 갈변화 물질 생성율과 관련한 온도의 영향을 분석한 선행 연구에 의하면 온도가 높을수록 갈변화 반응은 촉진된다고 보고한 바 있어[12], 본 연구의 결과와 부분적으로 일치하나 숙성온도 설정 조건에 따라 갈변도에 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 아미노산 성분과 당의 결합에 의해 일어나는 마이야르 반응에 의한 흑마늘 갈변화는 멜라노이딘 성분을 생성하여 흑마늘의 생리활성에도 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다[13]. 따라서 숙성과정을 통해 마이야르 반응을 촉진시킬 수 있는 최적의 조건을 찾는다면 흑마늘의 상품성 향상에 긍정적인 역할을 할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 연구의 결과, 흑마늘을 숙성시키는 온도 조건에 따라 흑마늘의 이화학적 특성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 점진적으로 온도를 낮추는 조건(AG1)과 온도를 교차적으로 낮추는 조건(AG2)으로 나누어 분석하였을 때 마늘의 무게변화와 수분함량의 변화 양상, 갈변화의 양상은 숙성 중간과정의 변화가 다르게 나타났으나, 숙성이 종결 되었을 때는 두 시료의 유의미한 차이는 보이지 않는 것으로 나타났다. 그러나 당도와 pH의 변화는 나머지 요인들과 다른 양상을 보였으며, 숙성 종결 후에도 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 숙성이 종료된 후 온도를 교차적으로 낮춘 AG2의 경우 당도가 AG1보다 3.5 brix % 높았으며(20.2 ± 1.1 vs 23.7 ± 0.9), pH 변화에서도 AG1은 지속적으로 산성화가 나타나는데 반해, AG2의 경우 숙성 10일 차에 최고치의 산성화(4.2 ± 0.2)가 되었다가 어느 정도 회복되는 양상을 보이는 것으로 확인되었다(4.5 ± 0.2). 따라

서 이러한 결과를 흑마늘 가공의 표준화를 위한 기초자료로 활용하여 다양한 숙성 온도조건 설정이 이루어진다면 흑마늘의 제품성을 향상 시키는데 긍정적인 역할을 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 강재란, 강민정, 변희욱, 신정혜 “고지방-콜레스테롤 식이 급이 흰쥐에 대한 동결건조 마늘 분말의 지질개선 효과”, 한국식품영양과학회지, 46(9), pp. 1035-1044, (2017).
- [2] 김상균, 차보숙, 김우정 “박피마늘 뿌리부분을 이용한 Oleoresin의 제조 및 저장조건”, 한국식품과학회지, 30(6), pp.1321-1326, (1998).
- [3] 유보람, 김혜란, 김민지, 김미리 “시판 흑마늘과 제조 흑마늘의 이화학적 품질 및 상산화 특성 비교”, 한국식품영양과학회지, 40(3), pp. 366-371, (2011).
- [3] 박홍현, 이영남, 이정희, 김태희. 2004. 마늘의 세계. 효일출판사, 서울. p 91-94.
- [4] 최덕주, 이수정, 강민정, 조희숙, 성낙주 “흑마늘의 이화학적 특성”, 한국식품영양과학회지, 37(4), pp. 465-471, (2008).
- [5] 김기주, 도정률, 김현구 “마늘 추출물의 항균, 항고혈압 및 항암활성”, 한국식품과학회지, 37(2), pp. 228-232, (2005).
- [6] 신성희, 김미경, “마늘 육질과 껍질의 건분 및 에탄올추출물이 노령흰쥐의 지방대사화 항혈전능에 미치는 영향”, 한국영양학회지, 37(7), pp.515-524, (2004).
- [7] Banerjee, S. K., & Maulik. S. K. “Effect of garlic on cardiovascular disorders: A review.” Nutrition Journal, 1(1), pp.1-14, (2002).
- [8] Wang, X., Jiao, F., Wang, Q. W., Wang, J., Yang, K., Hu, R. R., Wang, Y. S. “Aged black garlic extract induces inhibition of gastric cancer cell growth in vitro and in vivo”. Molecular Medicine Reports, 1, pp. 66-72, (2012).
- [9] 김정숙, 김지상, 안장우, 이극로, 이상태, 이운정, 차윤환, 최덕주, 최희숙, “식품학” 지구문화사, pp.27-28, (2012).
- [10] 조강진, 차지영, 임주혁, 김재현, “온도 및 숙성기간이 마늘의 화학적 성분변화에 미치는 영향”, 한국식품영양과학회지, 40(1), pp. 84-88, (2011).
- [11] 신정혜, 최덕주, 이수정, 차지영, 김정균, 성낙주, “흑마늘 가공 중 이화학적 성분 및 항산화 활성의 변화”, 생명과학회지, 18(8), pp.1123-1131, (2008).
- [12] Kim, M. H., Kim, B. Y., “Development of optimum processing conditions in air dried garlics using response surface methodology” J Korean Soc. Food Sci. Nutr., 19(3), pp. 234-238, (1990).
- [13] 최혜정, 임보람, 하상철, 권기석, 김동완, 주우홍, “동결처리한 숙성 흑마늘의 이화학적 특성 및 항산화 활성” 한국생명과학회지, 27(4), pp. 471-475, (2017).

(접수: 2021.12.10. 수정: 2021.12.26. 게재확정: 2022.01.05.)