

리폭시게나제의 불활성화에 의한 콩우유의 비린맛제거에 대한 연구

한연옥, 서영진

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 콩가공기술을 발전시키기 위한 연구를 강화하고 적극적인 대책을 세워 콩음식의 가지수를 늘이고 그 질을 결정적으로 높이도록 하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제23권 161페이지)

리폭시게나제(Lipoxygenase: LOX)는 리놀산이나 리놀렌산, 아라키돈산과 같은 불포화 기름산들을 산화하여 히드로페록시드를 생성하는 반응을 촉진하는 효소로서 식물, 동물, 균류에 널리 분포되어있다.[1] 특히 콩에 들어있는 동위효소들인 콩리폭시게나제-1(콩LOX-1)과 콩리폭시게나제-2(콩LOX-2)에 의하여 생성된 히드로페록시드는 n -헥사날이나 n -헥산, 카프론산과 같은 물질들로 분해되어 콩에 고유한 비린맛과 비린내를 나타내며[1, 3] 따라서 이 효소들을 불활성화하는것은 콩우유를 비롯한 콩가공식료품의 질을 높이는데서 필수적인 문제로 제기된다.

우리는 각이한 열처리조건에 따르는 콩LOX의 불활성화특성을 밝히기 위한 연구를 하였다.

재료와 방법

재료로는 콩(*Glycine max*)품종 《콩 24》호의 난알을, 시약으로는 리놀산(《Sigma》)과 기타 무기시약들(분석순)을 리용하였다.

기구로는 자외가시선분광광도계(《DU-730》), 탁상원심분리기(《Mini Spin》)를 리용하였다.

콩을 각이한 열처리조건에서 각이한 시간 처리한 후 8배의 증류수(W/V)를 넣어 습식 분쇄하고 4 500r/min에서 15min동안 원심분리하여 얻은 효소추출물의 콩LOX활성을 측정하였다.

콩LOX의 활성은 선행연구방법[2, 4]에 따라 다음과 같이 측정하였다.

콩LOX-1의 활성은 시험관에 Tween 20으로 분산시킨 4mmol/L 리놀산용액 200 μ L, 0.1mol/L Tris-HCl완충액(pH 9.0) 600 μ L, 증류수 2.0mL를 넣고 25 $^{\circ}$ C에서 10min동안 방치한 다음 여기에 효소용액 200 μ L를 첨가하고 A_{234} 를 측정하여 결정하였다.

콩LOX-2의 활성은 위의 활성측정반응계에서 0.1mol/L Tris-HCl완충액(pH 9.0)대신에 0.1mol/L 린산완충액(pH 6.8)을 넣고 측정하였다.

효소활성 1U는 해당 반응조건에서 1min동안에 A_{234} 를 0.001만큼 증가시키는 효소의 량[2, 4, 5]으로 정하였다.

결과 및 논의

1) 수증기처리의 영향

콩LOX를 불활성화하는데서 널리 쓰이는 방법은 콩을 열처리하여 효소를 변성시키는 것이다.[2, 4] 우리는 콩을 $(0.5 \sim 2.0) \times 10^5 \text{Pa}$ 의 수증기로 각이한 시간 처리하면서 콩LOX의 활성변화를 보았다.(그림 1)

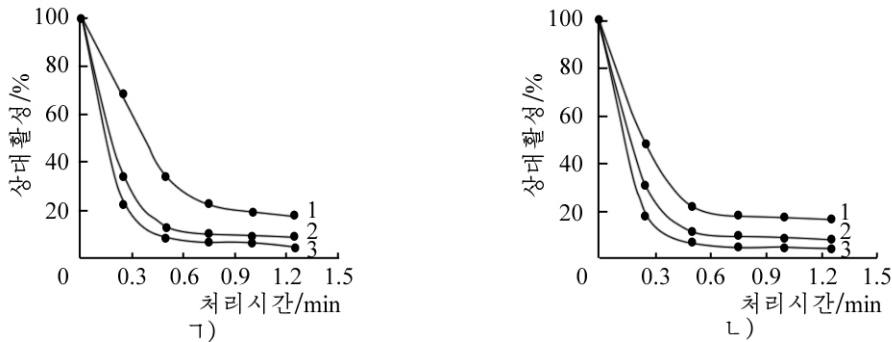


그림 1. 수증기처리시간에 따르는 콩LOX의 활성변화
 1) 콩LOX-1, 2) 콩LOX-2; 1— $0.5 \times 10^5 \text{Pa}$, 2— $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$, 3— $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$

그림 1에서 보는바와 같이 콩을 $(0.5 \sim 2.0) \times 10^5 \text{Pa}$ 의 수증기로 1min동안 처리할 때 LOX-1의 경우에는 80%이상, LOX-2의 경우에는 0.5min동안 처리할 때 80%이상 불활성화되었다.

2) 더운물처리의 영향

콩을 $70 \sim 90^\circ\text{C}$ 의 더운물에서 각이한 시간 처리하였을 때 콩LOX의 활성을 측정하였다. 더운물처리시간에 따르는 콩LOX의 활성변화는 그림 2와 같다.

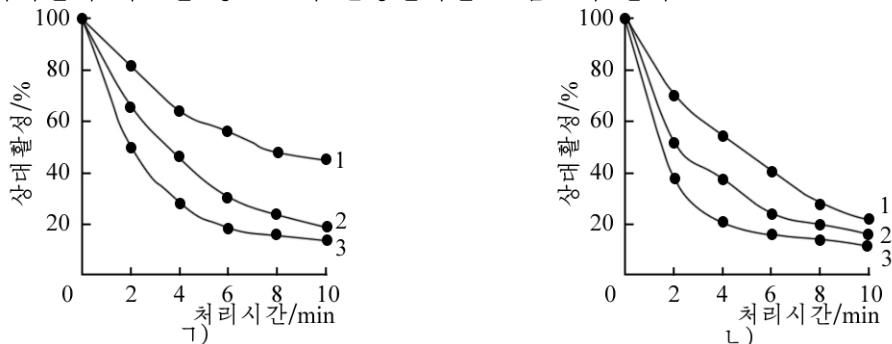


그림 2. 더운물처리시간에 따르는 콩LOX의 활성변화
 1) 콩LOX-1, 2) 콩LOX-2; 1-3은 처리온도가 각각 70, 80, 90°C 인 경우

그림 2에서 보는바와 같이 LOX-1은 콩을 80, 90°C 의 물에서 각각 10, 6min 처리할 때 80%이상 불활성화되었다. 또한 LOX-2는 콩을 70, 80, 90°C 의 더운물에서 각각 10, 8, 4min 처리할 때 80%이상 불활성화되었다.

3) 콩물에 대한 열처리의 영향

우리는 콩을 불구어 분쇄하여 얻은 콩물을 각이한 온도에서 각이한 시간 처리하면서 콩LOX의 활성을 측정하였다.(그림 3)

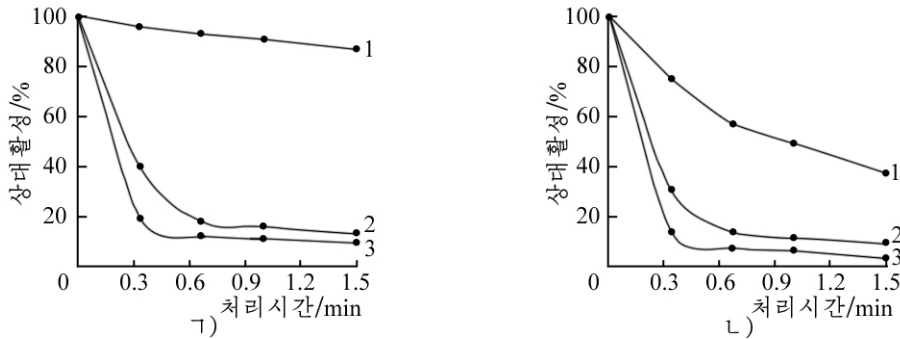


그림 3. 콩물의 열처리시간에 따르는 콩LOX의 활성변화

ㄱ) 콩LOX-1, ㄴ) 콩LOX-2; 1-3은 처리온도가 각각 70, 80, 90°C인 경우

그림 3에서 보는바와 같이 LOX-1과 LOX-2는 80, 90°C에서 0.67min(40s)동안 처리할 때 각각 80, 90%이상 불활성화되었다.

4) 콩LOX불활성화에 의한 콩우유의 비린맛제거

그림 2에서 보는바와 같이 콩을 다운물로 처리할 때 비교적 오랜 시간(80, 90°C에서 6min 이상)동안 처리하여야 LOX를 불활성화시킬수 있는데 이 조건에서는 콩단백질이 변성되어 가용성단백질의 함량이 떨어지므로 콩우유의 질도 떨어[3]지게 된다. 한편 그림 1에서 보는바와 같이 콩을 수증기로 처리하는것은 짧은 시간동안에 LOX를 효율적으로 불활성화시킬수 있지만 증기를 직접 콩에 처리해야 하므로 위생학적으로 안전한 수증기가 필요하며 또 수증기발생장치를 새로 설치해야 하므로 이것은 에너지적 측면에서 합리적이지 못하다.

그러나 그림 3에서 보는바와 같이 콩물을 가열처리하는것은 짧은 시간동안에 LOX를 불활성화시키면서도 에너지가 적게 들고 콩우유제조공정에도 부합(콩우유제조공정에는 박판식열교환기로 콩물을 가열하여 탈취기로 보내는 공정이 있다.)되므로 비린맛제거에서 효과적이라고 볼수 있다.

이로부터 우리는 콩우유생산공정에서 콩물의 처리온도와 처리시간에 따르는 LOX의 불활성화특성을 밝히고 이때 얻어지는 콩우유의 비린맛을 판정하였다. 박판식열교환기로 가열한 콩물의 LOX불활성화특성과 비린맛유무를 표에 보여주었다.

표. 박판식열교환기로 가열한 콩물의 LOX불활성화특성과 비린맛유무

가열온도 /°C	가열시간 /s	콩LOX-1 불활성화률/%	콩LOX-2 불활성화률/%	비린맛
75	30	36±2.3	45±2.5	있음
	60	52±1.9	63±2.0	있음
80	30	70±1.8	81±2.1	없음
	60	78±1.7	86±2.2	없음
85	30	75±1.6	82±1.4	없음
	60	83±1.7	87±1.9	없음
90	30	88±1.4	90±1.3	없음
	60	95±1.1	98±1.0	없음

표에서 보는바와 같이 박판식열교환기로 75°C에서 0.5~1.0min동안 가열한 콩물에서 LOX는 30~60% 불활성화되었으며 이 콩물로 제조한 콩우유에서는 비린맛이 났다. 그러나 80

~90℃에서 0.5~1.0min동안 가열한 콩물에서는 LOX가 70~95% 불활성화되었으며 비린맛도 나지 않았다.

이로부터 콩우유생산공정에서 박판식열교환기를 통과할 때의 콩물처리온도를 80~90℃, 처리시간을 0.5~1min으로 하는것이 콩우유의 비린맛을 제거하는데서 효과적이라는것을 알 수 있다.

맺는말

80~90℃에서 0.5~1.0min동안 콩물을 가열처리할 때 LOX는 70~95% 불활성화되며 이때 콩우유에서는 비린맛이 나지 않는다.

참고문헌

- [1] N. Akhtar et al.; Scientific Research and Essays, 9, 23, 988, 2014.
- [2] K. Dora; Recent Trends for Enhancing the Diversity and Quality of Soybean Products, InTech Press, 109~130, 2011.
- [3] K. Vineet et al.; Food Chemistry, 99, 3, 563, 2006.
- [4] Sz. N. Agnes et al.; Biotech. Tech., 12, 5, 389, 1998.
- [5] S. Kjyoshi et al.; Biosci. Biotech. Biochem., 62, 8, 1498, 1998.

주체106(2017)년 7월 5일 원고접수

Remove of Soymilk Unpleasant Flavor by Lipoyxygenase Inactivation

Han Yon Ok, So Yong Jin

70~95% of soybean lipoyxygenase activity was inactivated and unpleasant flavor of soymilk was removed when heating soybean meal at the conditions of 80~90℃ for 0.5~1.0min.

Key words: soybean, lipoyxygenase, inactivation