韓蠶學誌 53(1), 50~54 (2015)
J Seric Entomol Sci
http://dx.doi.org/10.7852/jses.2015.53.1.50
< 論 文 >

진공동결건조기를 이용하여 반건조 오디를 제조하는 방법

김현복[1]* · 김성국[1] · 석영식[2] · 서상덕[3]
[1]국립농업과학원, [2]강원도 농산물원종장, [3]충청남도 농업기술원 잠사곤충사업장

A making the method of semi-dried mulberry fruit by vacuum freezing dryer

Hyun-bok Kim[1]*, Sung-Kuk Kim[1], Young-Seek Seok[2], and Sang-Deok Seo[3]
[1]*National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju 565-851, Korea*
[2]*Gangwon-do Agricultural Product Registered Seed Station, Chuncheon 200-150, Korea*
[3]*Chungcheongnam-do Sericultural and Entomology Experiment Station, Gongju, 314-681, Korea*

(Received March 30, 2015, Revised April 27, 2015, Accepted April 27, 2015)

ABSTRACT

Mulberry fruit is common to keep a frozen storage because of the very high water content. Because freezing-storing cost is generated before the processing or sales, farmers of mulberry fruit production are weighted in financial burden. In addition, mulberry fruit has difficulty in expanding consumption by made in the simple processed products like the mulberry jam, mulberry juice, mulberry enzyme, alcohol, etc. Recent, frozen fruits including frozen blueberries, frozen strawberries, frozen mango, frozen rich, frozen mulberry fruit has been started to sell in the large discount stores and convenience stores. However, there is restricted sales in only special place that have the frozen distribution facilities. So, for the income improvement and consumption promotion of mulberry farmers facing these difficult situations, we developed the processing method of semi-dried mulberry fruit using the vacuum freezing dryer. The frozen mulberry fruit which was stored below –40°C is to dry in a vacuum freeze dryer, at 30 ~ 35°C, 23 ~ 24 hours. Semi-dried mulberry fruit seperated respectively. It had soft texture, and maintained shape, size and flavor. In particular, semi-dried mulberry fruit can be stored at room temperature.

Key words : Mulberry fruit, Semi dry, Vacuum freezing dryer

서 론

현대인들의 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 근래에 각광을 받고 있는 열매 중의 하나가 뽕나무 열매, 즉 오디이다. 오디에는 다량의 비타민과 함께 활성산소를 제거하여 노화를 방지한다고 알려진 물질인 안토시아닌이 다량으로 함유되어 있다(Kim and Kim 2003). 뿐만 아니라 루틴(Rutin, Kim and Kim 2004)), 가바(GABA; γ-aminobutyric acid, Kim et al. 2004)), 리놀레산(linoleic acid, Kim et al. 2003), 레스베라트롤(Resveratrol, Kim et al. 2005)) 등 여러가지 기능성 성분들이 들어있기 때문에 건강에 이로운 식품으로 알려져 있다. 즉 2002년부터 언론매체를 통해 오디의 기능성 성분과 효능에 대한 홍보가 꾸준히 이루어져 향수식품에서 여름을 대표하는 웰빙 건강과일로 소비자의 인식이 전환되었다.

또한 '수향'(Sung et al. 2014) 등 오디생산용 뽕품종 등록과 오디뽕 재배방법에 대한 영농기술 교육을 통해 고령화 농촌 사회의 고소득 작물로서 인식됨에 따라 오디 재배면적과 농가도 급격하게 증가하였다.

그러나 5월 하순부터 6월 장마 직전까지 수확되는 오디는 현장체험과 직접판매를 통해 일부 판매되고, 나머지 오디는 수분함량이 매우 높기 때문에 냉동저장을 하여 보관하는 것이 일반적이다. 가공을 하거나 택배 판매가 이루어지기까지 냉동보관비용이 발생하므로 농가에서는 경제적인 부담이 가중되었다.

또한 오디를 구입한 소비자들은 오디잼, 오디쥬스, 오디효소, 오디술 등 단순 가공제품을 이용하는데 그침으로써 오디의 소비확대에 어려움이 있었다. 최근 대형할인매장

*Corresponding author. E-mail: hyunbok@korea.kr

과 편의점을 중심으로 블루베리, 딸기, 망고, 리치 등 냉동과일과 더불어 냉동오디도 판매되기 시작하였으나 냉동유통에 따른 특수설비가 갖추어진 장소에서만 제한적인 판매가 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 이러한 어려운 상황에 처한 오디생산 농가의 소득향상과 소비촉진을 위해 상시 구매는 물론 식용, 이용이 가능한 오디의 가공기술을 개발하고자 하였다. 즉 보존 기간이 짧고, 상하기 쉬워 냉동 상태로 유통되던 오디를 다양한 식재료로 활용할 수 있도록 진공동결건조를 통해 고품질 반건조 오디를 생산해 내는 기술을 개발하였기에, 이에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 진공동결건조기를 이용한 반건조 오디 제조

냉동오디 또는 생오디 1 kg을 동결건조 전용용기에 고루 펴 넣은 후 랩을 씌워 –40 ~ –70°C 이하의 초저온 냉동고에서 1일 이상 예비동결시켰다. 다음으로 예비동결된 냉동 상태의 오디를 –85°C, 5 mTorr의 냉동조건하에서 진공동결건조기(Ilshin Lab Co., Ltd, Korea)에 넣어 건조하였다. 이 때 건조실 온도는 오디의 식감을 향상시키고 C3G 색소의 파괴를 억제하기 위하여 40°C 이하로 유지하였다.

2. 건조시간에 따른 오디특성

말랑말랑한 반건조 오디 제조를 위한 최적의 건조시간을 구명하기 위해 18 ~ 25시간 건조 후 오디의 상태를 육안으로 관찰하였으며, 각각 오디 무게를 측정 후 건조중량으로 표시하였다.

3. 덱스트린 첨가에 따른 반건조 오디특성

반건조 오디의 흡습성을 방지하고 휴대 및 실온보관이 가능하도록 건조 전 또는 건조 후 일정비율의 덱스트린을 첨가한 후 각각의 오디 상태를 관찰하였다.

4. 반건조 오디 첨가식품 제조

반건조 오디를 첨가한 찐빵, 식빵, 오디꿀을 제조하였다.

결과 및 고찰

뽕나무 오디는 수분함량이 매우 높아 냉장보관의 한계가 있기 때문에 오디의 품질 유지 및 보관 편이성을 위해 일반적으로 수확즉시 냉동보관을 하고 있다. 그러나 생과를 선호하는 소비자의 욕구를 충족시키기 위하여 저장기간을 연장시키기 위한 연구결과들이 일부 보고되고 있다.

터키에서 개발한 'Sun drying'법(Doymaz 2004)은 오디를 건조시키기 위한 보존 기술로서, 수분함량을 줄여 미생물의 성장을 억제하고 품질의 손실을 막을 수 있는 방법이나, 햇빛 노출 시간 동안 품질의 관능적 특성이 심하게 손상되는 문제점이 있다.

이를 개선하기 위한 기술로 식품첨가제로 사용 중인 이산화염소수(ClO_2)를 처리하는 방법이 연구되었는데, ClO_2는 광범위하고 살균 활성이 높은 살균제로서, 중국과 미국에서 법적으로 인정받았으며, EU의 규제는 없는 상태이다. ClO_2 처리는 살구, 고추, 상추, 알팔파, 클로버 새싹, 당근, 딸기, 칸타루프 멜론, 감자, 무화과 등 신선한 과일과 채소에 대한 보존 기술로서 비열처리 방법이며, 재료의 저장 수명을 연장시키는 새롭고 효과적인 방법으로 인정받고 있다.

특히 Chen et al.(2011)은 뽕나무 오디에 대한 ClO_2 처

Semi-dried mulberry fruit using the vacuum freezing dryer

Semi-dried mulberry fruit using the hot-air dryer

Fig. 1. Semi-dried mulberry fruit.

리의 영양성분 및 저장수명 효과를 구명한 바 있다. 즉 오디에 ClO_2 처리(60 mg/l, 15 min)를 함으로써 Lin et al. (2006)의 방법(5 g/l potassium sorbate, 5 g/l sodium benzoate, 또는 30 g/l sodium propionate, 2 min 처리)에 비해 상대적으로 더 효과적이며, 간편하고, 저비용의 실용적인 오디 저장방법이라고 주장하였다. 60 mg/l, 15 min 처리시 오디의 미생물상이 무처리에 비해 유의하게 감소하였으며, 세균의 수도 낮은 수준으로 유지되었다고 보고하였다. 또한 60 mg/l, 15 min 처리시 오디의 저장 수명 기간을 6일 (8일 → 14일) 연장하는 효과를 보였으며, ClO_2, ClO_2^-, ClO_3^- 등의 분석에서 잔류물이 검출되지 않았고 60 mg/l, 15 min 처리한 오디가 무처리에 비해 저장기간 동안 가장 좋은 관능적 특성을 유지하였다고 하였다.

그러나 이는 모두 냉장유통을 연장시키기 위한 기술로서 수분 함량이 높은 뽕나무 오디의 저장성에 대한 근본적인 문제점이 지적되고 있다. 따라서 오디의 저장성을 향상시키기 위한 방법의 하나로 진동동결건조기나 열풍건조기를 이용하여 건조시키는 방법들이 일부 시행되고 있는데, 건조된 오디는 완전건조 형태로 자체 식용보다는 주로 분말로 제조하여 환 또는 식품에 사용됨으로써 이용분야의 다양화에 대한 한계가 있다. 특히 열풍건조에 의한 오디는 고온처리를 함으로써 식감이나 영양성분 파괴에 대한 문제를 해결하지 못하고 있다.

따라서 가공 중 파괴되기 쉬운 여러 가지 기능성 성분과 오디 고유의 맛, 향 및 형태를 그대로 유지하여 오디 자체를 식용 또는 식품(빵, 떡, 한과 등) 재료로서의 이용성을 높이는 한편, 실온 보관 및 유통 편리성을 향상시키기 위하여 진공동결건조기를 이용하여 말랑말랑한 반건조 오디를 제조하였다(그림 1).

1. 진공동결건조에 의한 반건조 오디 제조 및 건조특성

동결건조기 전용 plate(34 × 31 × 4 cm) 당 1 kg의 냉동오디를 고루 펴 넣은 후 1일 이상 냉동시킨 후 진공동결건조기에 넣어 건조시간에 따른 오디 상태를 조사한 결과, 23~24시간 건조함(건조 중량 비율 : 16% 내외)으로써 말랑말랑한 반건조 오디를 제조할 수 있다(그림 1). 18 ~ 22시간 냉동건조하는 경우 일부 오디는 건조 되지 않았으며, 25시간 이상 건조하는 경우 일부 오디가 과건조(완전건조)되는 현상이 발생하였다(표 1).

말랑말랑한 반건조 오디를 제조하기 위한 냉동기의 조건은 −74 ~ −85°C, 5 mTorr 이고, 오디를 넣은 건조기의 내부 온도는 30 ~ 35°C를 유지함으로써 강력한 항산화 색소인 C3G 뿐만 아니라 기타 기능성 성분이 온도에 의해 파괴되는 것을 방지하였다. 냉동건조기의 종류에 따라 냉동온도와 압력은 달라질 수 있다.

또한 말랑말랑한 반건조 오디의 흡습성을 방지하고 휴대 및 실온보관이 가능하도록 건조 전 또는 건조 후 일정비율의 덱스트린을 첨가한 결과, 각각 냉동오디 무게의 7.5%, 5 ~ 7.5% 처리가 반건조 오디 특성을 만족시킴을 확인하였다. 그러나 작업의 편이성을 위해서는 건조 후 처리가 바람직한 것으로 판단되었다. 또한 구명된 적정 함량보다 적은 2.5% 처리구의 경우 덱스트린 처리효과가 미미하였으며, 적정 함량을 초과한 10%와 20% 처리구의 경우 투입함량에 비해 경제적 손실이 유발되므로 이 또한 바람직하지 않은 것으로 판단되었다(표 2).

2. 반건조 오디의 이용방법

진공동결건조에 의한 반건조 오디를 사용하여 찐빵, 식빵, 꿀에 넣어 식품을 제조하였다(그림 2). 가공과정을 거친 후에도 오디 형태를 유지하였다.

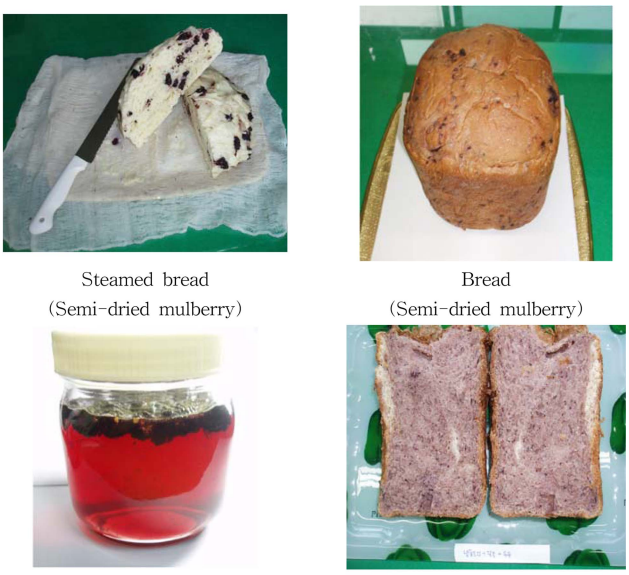
이와 같이 말랑말랑 반건조 오디는 오디의 상태가 말랑말랑하므로 언제 어디서든 영양식, 간식용 등으로 그대로

Table 1. Characteristics of mulberry fruit according to drying time

Drying time	18 hrs	21 hrs	22 hrs	23 ~ 24 hrs	25 hrs
Condition of mulberry fruit	Partial non-semidry	Partial non-semidry	Partial non-semidry	Whole semidry	Too much dried
Dry weight ratio(%)	31.2	22.1	20.1	15.5 ~ 19.1	–

Table 2. State of semi-dried mulberry fruit according to dextrin treatment

Item	Control	Pre-treatment	Post-treatment			
Dextrin ratio(%)	0	7.5	2.5	5 ~ 7.5	10	20
State	· Gooey · Sticky	· Separated each · Non-sticky	· Gooey · Sticky · Strong flavor of mulberry	· Separated each · Non-sticky	· Strong flavor of dextrin	· Strong flavor of dextrin · Too much dextrin



Steamed bread (Semi-dried mulberry) | Bread (Semi-dried mulberry)

Honey (Semi-dried mulberry) | Control (Frozen mulberry)

Fig. 2. Processing food using the semi-dried mulberry fruit

식용할 수 있는 것이 가장 큰 장점이다. 건포도 대신 찐빵, 떡 등에 넣어 식품을 제조할 경우 오디의 형태가 살아있는 것이 눈에 보임으로써 식품재료에 대한 소비자의 신뢰도를 높일 수 있을 것으로 판단된다. 또한 케이크, 아이스크림, 칵테일 등에 장식용으로 사용하던 냉동오디 대신 반건조 오디를 사용할 경우 깨끗한 제품 상태를 유지함으로써 식품의 외관에 대한 점수를 향상시키는 효과를 기대할 수 있다. 특히 반건조 오디를 벌꿀에 넣어 만드는 오디꿀(차)는 벌꿀의 수분함량에 영향을 미치지 않아 기본적으로 벌꿀의 품질을 유지하였다. 더욱이 반건조 오디 속의 천연색소가 그대로 꿀에 배어나와 꿀과 혼합함으로써 적색의 꿀이 제조되었다. 즉 색감에 대한 선호도를 향상시킴과 동시에 벌꿀에 대한 전체적인 기호도를 높이는 효과를 기대할 수 있다.

3. 반건조 오디 제조기술의 기대효과

반건조 오디의 경우 수확 후 냉동보관에 필요한 시설유지비(전기료 등)가 들지 않으며, 건조 후 1년 정도 실온보관이 가능하므로 수송유통이 편리함은 물론 연중 상시 구매가 가능하다. 또한 반건조 오디 생산에 걸리는 시간은 약 24시간으로 완전 건조 오디 생산 시 걸리는 시간(48시간)보다 절반가량 짧아 농가의 가공비용을 줄일 수 있다. 단순 가공제품과 더불어 진공동결건조기를 이용하여 개발된 반건조 오디를 직접 식용 또는 다양한 식재료에 활용함으로써 다양한 오디의 영양성분과 기능성 성분의 섭취를 통해 국민건강증진은 물론 소비확산을 통한 농가소득 향상에도 기여하여 농민과 소비자가 다함께 윈-윈 할 수 있을 것으로 기대한다.

지금까지 국내 오디 산업은 오디용 품종 등록, 친환경 재배법을 비롯하여 오디 함유 천연색소 등 기능성 물질, 동물 및 임상 수준의 효능평가, 부가가치 이용기술 등 오디에 대한 연구가 상당 수준 진행이 되고 있다. 그러나 상대적으로 오디 생과 유통을 위한 저장방법에 대해서는 연구가 거의 이루어지지 않았으며, 중국을 중심으로 터키 등 오디 생산국에서 일부 이루어지고 있는 상황이므로 급증하는 오디 생산 농가의 안정적 소비, 판매를 위해 손쉬운 저장방법 연구가 필요한 실정이며 따라서 국내에서도 이를 시급히 추진할 필요가 있음은 주지의 사실이다.

아울러 동결건조기 뿐 만 아니라 타 건조기를 이용하는 반건조 오디의 제조방법에 대해서도 많은 연구가 이루어져야 하며, 농가 부담을 최소화할 수 있는 오디 반건조기가 개발된다면 유통시장이 활성화됨으로써 오디의 소비 및 판매에 도움이 될 수 있을 것으로 기대한다.

적 요

가공 중 파괴되기 쉬운 여러 가지 기능성 성분과 오디 고유의 맛, 향 및 형태를 그대로 유지한 말랑말랑한 반건조 오디를 제조함으로써 오디 자체를 식용 또는 식품(빵, 떡, 한과 등) 재료로서의 이용성, 실온 보관 및 유통 편리성을 향상시키고자 하였다.

영하 40°C 이하에서 보관한 오디를 내부 온도를 30 ~ 35°C 사이로 맞춰 놓은 동결건조기에 넣고 23 ~ 24시간 동안 진공상태에서 건조시킴으로써 오디는 열매끼리 뭉치지 않고 한 알씩 분리되며, 만졌을 때 손에 검은 색이 묻어나지 않는다. 특히 안토시아닌 색소인 C3G을 비롯해 루틴(rutin), 가바(GABA), 레스베라트롤(resveratrol) 등의 다양한 기능성 성분과 오디 고유의 맛, 향, 형태를 그대로 유지할 수 있다.

반건조 오디의 경우 수확 후 냉동보관에 필요한 시설유지비(전기료 등)가 들지 않으며, 건조 후 1년 정도 실온보관이 가능하므로 수송유통이 편리함은 물론 연중 상시 구매가 가능하다. 또한 반건조 오디 생산에 걸리는 시간은 약 23 ~ 24시간으로 완전 건조 오디 생산 시 걸리는 시간(48시간)보다 절반가량 짧아 농가의 가공비용을 줄일 수 있다.

단순 가공제품과 더불어 반건조 오디를 직접 식용 또는 다양한 식재료에 활용함으로써 다양한 오디의 영양성분과 기능성 성분의 섭취를 통해 국민건강증진은 물론 소비확산을 통한 농가소득 향상에도 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다사업(주관과제번호: PJ009308)의 지원에 의하여 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

References

Chen Z, Zhu C, Han Z (2011) Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on nutritional components and shelf-life of mulberry fruit(*Morus alba* L.). J BIOSCI BIOENG **111**(6), 675~681.

Doymaz I (2004) Pretreatment effect on sun drying of mulberry fruits(*Morus alba* L.). J Food Eng **65,** 205~209.

Kim HB, Kim JB, Kim SL (2005) Varietal analysis and quantification of resveratrol in mulberry fruits. Korean J Seric Sci **47**(2), 51~55.

Kim HB, Kim SL (2003) Identification of C3G(cyanidin-3-glucoside) from mulberry fruits and quantification with different varieties. Korean J Seric Sci **45**(2), 90~95.

Kim HB, Kim SL (2004) Quantification and varietal variation of rutin in mulberry fruits. Korean J Seric Sci **46**(1), 1~5.

Kim HB, Kim SL, Kang SW (2004) Varietal analysis and quantification of amino acid in mulberry fruits. Korean J. Seric Sci **46**(2), 47~53.

Kim HB, Kim SL, Sung GB, Nam HW, Chang SJ, Moon JY (2003) Quantification and varietal variation of fatty acids in mulberry fruits. Korean J Seric Sci **45**(2), 75~79.

Lin Q, Zhang H, Zhang L (2006) Research on the preservation method of mulberry fruit. J Anhui Agr Sci **34,** 1209~1210.(in Chinese).

Sung GB, Kim HY, Kang PD, Kim KY, Ji SD (2014) Breeding of early maturing mulberry cultivar 'Suhyang'(Morus alba L.) for mulberry fruit production. J Seric Entomol Sci **52**(1), 64~72.