

Research Note

대추씨 제거장치를 이용한 저장 중 대추씨 제거 성능평가

이선호* · 김영근 · 홍성기 · 박종률

농촌진흥청 국립농업과학원

Performance Evaluation for Removing Jujube Seed Using Jujube Seed Removal System During Storage

Sun-Ho Lee*, Young-Keun Kim, Seong-Gi Hong, and Jong-Ryul Park

Division of Postharvest Engineering, National Academy of Agricultural Science

Abstract

Deseeded jujubes are commonly consumed as snacks. This study was conducted to develop a seed-removing machine for jujubes that relieves hard work in manual seed removal. The seed-removing machine consists of a jujube supplying unit, a punching unit, and a discharging unit. To test the performance of the machine, shape characteristics, seed removing rate, sarcocarp cracking rate, and flesh hardness were analyzed throughout the jujube storage period. The machine showed good seed removing and sarcocarp cracking rates at room temperature and cold temperature storage on days 2, 15, and 50. Seed removing rates were 80% at day 15 and 96% at day 50. The sarcocarp cracking rates were 33% for day 15 and 30% for day 50. Hardness started to decrease from day 8 to day 70 at both room temperature and cold temperature storage. The working capacity of the machine was 900 fruits/h. The results showed that the jujube seed removing machine is useful for reducing the labor requirements of post-harvest jujube processing.

Key words: Jujube, seed, removing apparatus, punching rate

서 론

대추(*Zizyphus Jujuba* var. *inermis* Rehder)는 갈매나무과(Ramnce)의 *Zizyphus*속, 낙엽, 활엽향목의 열매로서 현재 40여종의 품종과 400여종의 변종이 있는 것으로 알려져 있다(Rhee et al., 1998). 예로부터 대추는 자양강장의 효과가 있고 이노제, 건이통 완화제, 만성기관지염, 거담제, 결핵, 위의 허한증을 치료하는 효능 등 46가지 약리효과가 있어 우리나라 사람 대부분이 약을 달일 때나 물을 끓일 때 대추 한두알 씹은 꼭 넣어서 끓이는 풍습을 가지고 있다(Na et al., 1996).

또한 소화완화, 강장 항 알레르기, 간 보호 작용이 있으며 대장암과 같은 성인병, 결핵, 기관지염 및 신경쇠약 등에 예방효과가 있는 것으로 알려져 연중 소비되고 있다(Lee et al., 1995).

이렇게 영양학적으로 우수한 특징을 지닌 대추는 당도가 20 °Brix 이상으로 건조 후 음식의 부재료, 차 등 한정되어 소비되고 있으나 최근 주산지인 영천 보은지역 등에서 생대추의 씨앗을 제거한 후 절단해서 건조한 가공식품으로 부가가치를 높이고 있다. 또한 생대추는 대추분말, 대추차, 대추고 등 가공식품산업의 소재로 다양하게 활용되고 있는데 이에 대한 고품질 및 고부가가치를 위해 주변 산업기술 응용한 가공기술 개발이 필요한 실정이다.

가공대추는 열과 또는 상품성이 떨어지는 것과 생과로 유통하고 남은 수량을 이용하는데 이 양이 전체 생산량의 30-40%를 차지하고 있으나 대추 스낵, 대추정과(씨 분리 과육) 및 대추차(씨 분리 후 절단과육) 등 부가가치가 높은 가공 식품으로 생산하기 위해 대량처리가 가능한 씨 제거 및 절단기계화가 필요하지만 현재는 인력으로 대추 씨 제거와 과육 절단작업하고 있는 실정이다(Lee et al., 2014).

기존 대추씨를 제거하는 방법으로는 생대추를 스크린식으로 크기 선별을 한 후 크기가 다른 3종류(대, 중, 소)의 포켓이 부착된 체인이송컨베이어에 순환 이송되면서 상하 편칭날에 의해 씨가 분리되는 수직형 씨 제거방식으로 제거성능 시험결과 97.4% 제거율을 보였고 씨를 제거한 생

*Corresponding author: Sun Ho Lee, Division of Postharvest Engineering, National Academy of Agricultural Science, Wanju, Jeollabuk-do, 55365, Korea
Tel: +82-63-238-4106; Fax: +82-63-238-4105
E-mail: lee37ok@korea.kr
Received October 14, 2015; revised January 13, 2016; accepted November 11, 2015

대추 건조시험(50-60°C) 결과 수분함량, 갈변도, 당도 등에서 대조구인 통대추(씨를 제거하지 않은 상태) 씨를 제거한 시험구가 효율적인 것으로 보고되었다(Lee et al., 1996).

나선형 요홈(Ω)으로 형성된 구동롤러와 평롤러 사이 간격으로 대추를 공급하면 과육은 롤러 사이로 배출되고 씨앗은 롤러를 타고 측면으로 배출되는 구조로 과육을 파괴시키는 방식이다(Ryu, 2002).

인력으로 다양한 크기의 삽입홀을 가진 회전원판에 대추를 넣어 대추씨를 제거하는 구조로 1회에 일정각도씩 회전토록 한 방식이다(Kim, 2003). 하지만 이 방법은 일반 개별 대추재배농가에서 사용하기엔 불편하고 시스템도 커서 상용화에 어려움을 겪고 있다. 그리고 일부 농가에서는 수동방식으로 씨 제거를 하고 있으나 제거속도도 느리고 비효율적이다. 따라서 대추의 고품질 가공제품을 생산하기 위해, 대추의 물리적 특성(경도 및 기하학적 특성)을 고려한 수확 후 씨 제거 및 씨 제거된 대추 과육 절단시스템 개발이 반드시 필요하다.

그러므로 본 연구에서는 대추씨 제거요인장치를 제작하고 대추 수확 후 가공하기 전 저장방법 및 저장일수에 따른 씨 제거율 및 씨 제거 후 상품성을 좌우하는 과육갈라짐 비율을 시험하여 적정 씨 제거요인을 구명하고 이에 관련한 기하학적 특성 및 경도 변화에 대해 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에서 사용한 대추는 충청북도 보은군에 위치한 농가에서 10월 초에 수확 후 즉시 외관 손상이 없으면서 직경 26-28 mm되는 것을 시료로 선별하였다. 상온저장 시료는 일반 실험실에 방치하면서 시험하였고 저온저장 시료는 2°C로 냉장 저장하여 실험을 진행하였다.

대추 씨 제거 요인장치

본 연구에서 개발한 수평식 대추 씨 제거요인장치의 구조 및 제원은 Fig. 1과 같다. 요인장치의 크기는 783(L)×469(W)×771(H) mm와 1회 공급용량은 500-800 g (대추 50-100개)으로 설계하였다. 공급대에는 대추를 낱개로 1개씩 공급되게끔 6조의 회전식 공급판 및 대추 거치대를 구성하여 일정속도로 대추가 공급되도록 하였다. 낱개로 공급된 대추는 씨 제거부의 회전트레이 홀로 이동하는데 대추가 근접센서(RPT12-2DC)를 통해 정렬여부를 판단하고 정렬이 되면 씨 제거 라인에 도착하여 포토센서(BUP-50-P)에 맞 씨 제거날의 작동에 의해 씨 제거 및 복귀를 진행한다. 미정렬이 되면 씨 제거라인을 통과하여 미정렬 배출대로 배출된다. 이 때 씨 제거 실린더 및 대추홀더에 의해 씨는 후방으로 배출되고 실린더가 복귀함과 동시에 씨가

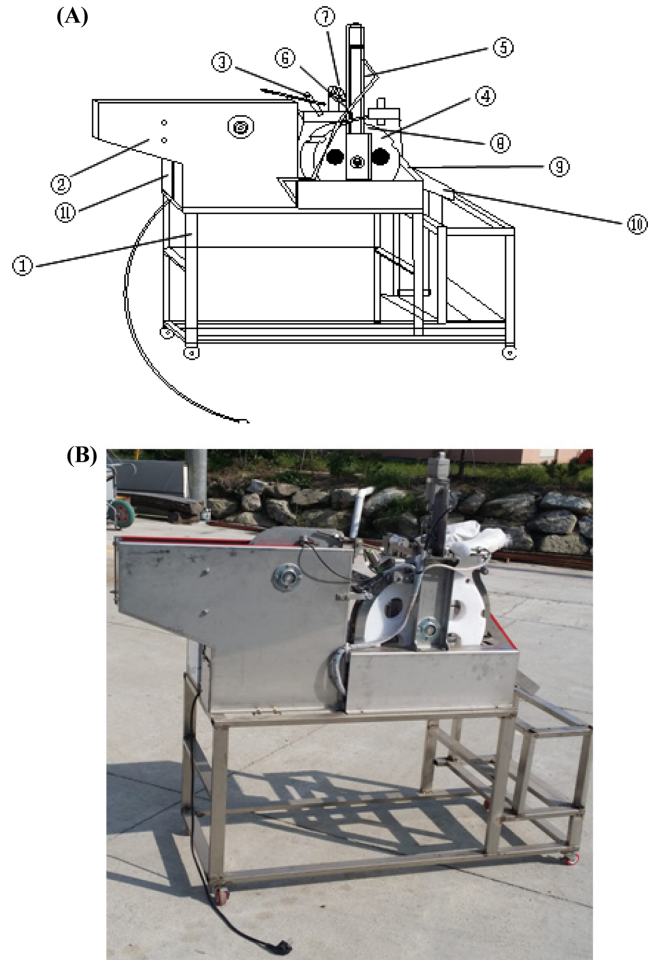


Fig. 1. A schematic view (A) and a photo (B) of jujube seed removal test equipment. ① main frame, ② jujube supply plate, ③ near sensor, ④ rotating tray, ⑤ jujube holder, ⑥ cutter and cylinder, ⑦ photo sensor, ⑧ seed discharge plate, ⑨ fail line up discharge plate, ⑩ cutting flesh discharge plate, ⑪ control box.

제거된 과육은 배출대로 배출되게끔 설계했다. 실린더를 구동하는 모터는 스테핑 모터(기어드 타입 5상)를 actuator는 DC 12 V 전기식 타입을 사용하였다. 회전트레이를 구동하는 커플링은 벨로우즈 type을, 파워서플라이는 입력 220 V 출력 12 V-5 V 사양을 이용하였다. 씨 제거날의 재질은 스테인리스 환봉을 이용하여 전면을 날로 가공하고 환봉측면을 가공하여 씨가 측면으로 빠지도록 설계하였다.

기하학적 물성 측정

수확한 대추에 대해 기계에 대한 적응성 등을 구명하기 위해 물성을 측정하였다. 상온 15일 경과된 대추 샘플 50 개를 가지고 각 샘플마다 버니어캘리퍼스를 이용하여 길이, 장경, 단경을 측정하였으며 장경 : 단경의 비율, 장경 : 길이의 비율, 단경 : 길이의 비율을 계산하여 샘플이 기계에 미치는 영향을 조사하였다.

경도(압축력) 변화

저장일수별 경도(압축력)를 측정하기 위해 경도시험기(Texture analyzer TA - XT plus, Stable Micro Systems Ltd., Vienna Court, England)를 사용하였으며 각 저장일수별로 비교적 균일한 길이와 높이를 가진 대추를 최소 10개를 선택하여 접촉면적 지름 5 mm 직경의 프로브(탐침)를 상부표면에서 중심을 향하여 2.0 mm/s의 속도로 10.0 mm 깊이까지 침투시키는데 요구되는 힘(kPa)으로 표시하였다(Chung, 2013).

대추 씨 제거시험

대추 씨의 제거시험은 상온저장과 저온저장으로 나누어 시험하였으며 상온은 6일부터 시작하여 8, 10, 13, 15, 20 일까지 6처리에 걸쳐 각 경과일 수 마다 제거시험을 하였고, 저온저장은 저장 20일부터 시작하여 25, 28, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90일까지 10처리에 걸쳐 시험하였다. 시료의 양은 1반복 시 50개를 취하였고 씨 제거율은 장치를 통과한 시료에 대해 초기공급 개수에 대한 최종 처리개수에 대한 비율로 계산하였으며 과육갈라짐율은 최종 씨 제거 처리된 대추에 대한 과육 부분이 갈라지지 않은 것을 비율로 하여 계산하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였으며 모든 결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 통계적 유의성 검증은 Statistical Analysis System (SAS, V9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 one way ANOVA법으로 분산분석을 실시하고, Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 조사 항목들 간의 유의성을 5% 수준에서 검증하였다.

의 대추의 비 차이는 크지 않음을 알 수 있었다. 장경과 단경은 거의 비슷한 수치를 나타냈고 길이와의 비만 근소한 차이가 나타났다. 그럼에도 불구하고 씨 제거율이 최고 80%에 머물러 시료에 의한 영향 보다는 제작된 장치의 기계적 구조에 문제가 있는 것으로 사료되었다(Table 1). 또한, 이러한 측정결과는 선별된 시료의 직경 또는 길이의 비율이 기계적인 메커니즘에 전혀 영향을 미치지 않음을 시사한다.

저장 중 경도 변화

대추의 경도는 씨 제거 및 씨가 제거된 대추과육을 절단 가공을 결정하는데 있어서 중요한 지표로 사용될 수 있으므로 저장방법 및 저장일수에 따른 저장 중 시료의 경도(압축력)값 측정한 결과를 Table 2, 3에 나타내었다. 상온저장의 압축력 값은 저장 8일까지는 일정하게 감소하다가 8일 이후에는 다소 감소값이 늘어나 저장일수가 길어질수록 유의적인 차이를 보였다. 저온저장의 압축력 값은 저장 70일까지는 일정하게 감소하다가 70일 이후에는 급격하게 감소하여 저장일수에 따른 유의적인 차이를 보였다.

플라스틱 및 종이상자에 대추를 넣고 저장일수별(2주 단위)로 경도를 측정하였는데 플라스틱에 비해 종이상자에 저장했을 때 9주(약 70일) 동안 경도변화가 일정한 수치를 유지했으며 이는 대추의 연화가 느리게 진행되어진 것이기 때문이라고 보고하였으며 적색도는 대부분의 시료에서 저장일수가 길어질수록 천천히 증가하는 경향을 나타냈으며 당도는 다소 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다(Chung, 2013).

대추의 경도는 성숙 중 감소하였으며 건조 시 건조일수가 경과할수록 경도가 감소하였고 이런 경도감소는 건조에

결과 및 고찰

기하학적 물성 특성

15일 경과한 대추의 길이, 장경, 단경을 측정한 결과 1개

Table 1. Geometrical properties of jujube

Diameter		Length (L)	(A/B)	(A/L)	(B/L)
Major axis (A)	Minor axis (B)				
28.34	25.56	36.43	1.11	0.78	0.70

Samples are 50EA and data is average value.

Table 2. Change in hardness of jujube during storage at room temperature

(kPa)

Storage time (day)					
1	3	6	8	13	15
1417 ^a ±119.0	1335 ^b ±117.6	1289 ^c ±47.1	1227 ^c ±133.6	957 ^d ±90.5	783 ^e ±18.5

**c-Mean values with different letters on bars are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

Table 3. Change in hardness of jujube during storage at 2°C

(kPa)

Storage time (day)										
15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	90
1385 ^a ±36.2	1324 ^a ±105.5	1235 ^{ab} ±76.5	1181 ^b ±15.5	1128 ^b ±42.1	1009 ^b ±67.3	996 ^c ±39.5	987 ^c ±31.5	948 ^c ±33.5	723 ^d ±33.6	455 ^e ±8.5

**c-Mean values with different letters on bars are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

의한 탈수현상과 효소의 작용에 의한 생리화학적 변화에 의한 것이며 건조방법별 경도는 천일건조>브랜칭처리 건조>마이크로파 건조>열풍건조 순으로 나타났다고 보고하였다 (Shin et al., 1998).

저장 중 대추씨 제거율과 대추 과육갈라짐률

상온저장과 저온저장에 따른 대추씨 제거율을 비교하였을 때 상온은 20일이 한계였고 저온 저장은 80일이 한계로 나타났다. 상온저장에선 저장일수 15일에서 씨 제거율이 80%로 유의적으로 높았고 20일에는 유의적으로 낮게 나타났으며 씨 제거된 대추과육의 갈라짐율은 저장 13일째 유의적으로 높았고 20일에는 유의적으로 낮은 경향을 보였다(Fig. 2).

저온저장에선 씨 제거율은 저장 50일째부터 유의적으로 높아졌으며, 50일부터 90일간의 유의적 차이는 없었으며 과육갈라짐률에 있어서는 저장 40일째까지 유의적($p<0.05$)

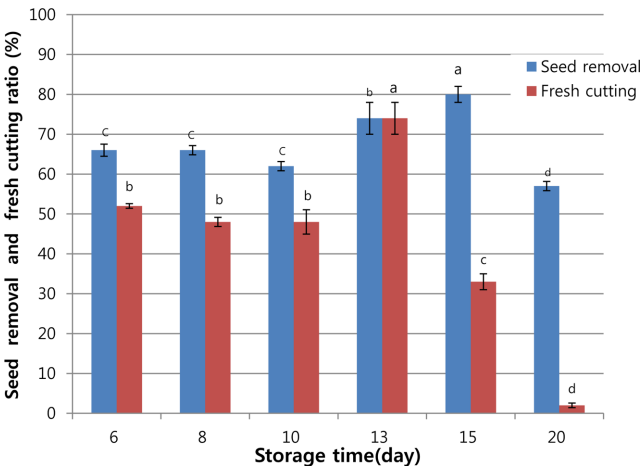


Fig. 2. Seed removal and fresh cutting ratio of jujube during storage at room temperature. *^{a-d}Mean values with different letters on bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

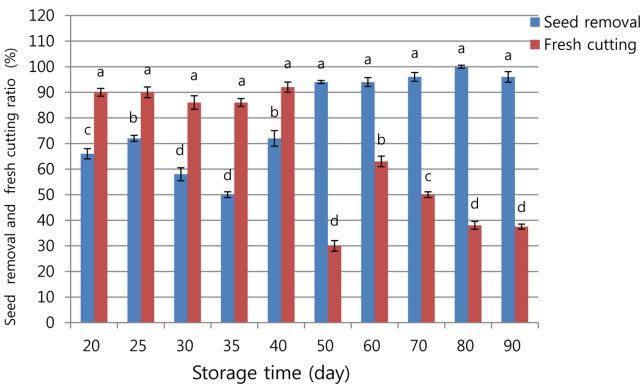


Fig. 3. Seed removal and fresh cutting ratio of jujube during storage at room temperature. *^{a-d}Mean values with different letters on bars are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

차이가 없으나, 저장 50일째부터 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다(Fig. 3). 이러한 연구결과는 단순히 생대추를 수확하여 바로 씨 제거 및 절단하기 보다는 약간 건조하여 시료를 연화시킨 후 가공작업을 해야 할 것을 시사한다.

대추 씨 제거성능 시험결과 97.4% 제거율을 보였고 씨를 제거한 생대추 건조시험(50과 60°C) 결과 수분함량, 갈변도, 당도 등에서 대조구인 통대추(씨를 제거하지 않은 상태) 씨를 제거한 시험구가 효율적인 것으로 나타났다고 보고하였다(Lee et al., 1996). 결론적으로 상온 저장 시 15일을 넘겨서 씨 제거 및 과육절단을 하지 말아야 하며 저온 저장 시 50일 이내에 가공하는 것이 적절한 것으로 판단된다. 이는 경도 측정과의 결과와도 일치하는 부분이다. 따라서 본 연구에서 개발한 대추 씨 제거요인장치는 대추 농가의 부가가치 산업을 확대시키기 위해 한층 더 쉽고 합리적으로 제작해야 할 것이며 저장방법 및 저장일수에 따른 대추 가공조건 확립은 재배농가의 노동력 절감효과와 함께 국산 대추의 품질을 향상시켜 농가의 소득증대에 도움이 될 것으로 기대한다.

요 약

본 연구는 대추 씨 제거요인장치를 제작하고 대추 수확 후 상온과 저온 저장 중 대추씨 제거율 및 대추 과육갈라짐 비율을 시험하여 적정 씨 제거요인을 구명하고 이에 관련한 기하학적 특성 및 경도 변화에 대해 분석하였다. 기하학적 물성 측정결과 장경과 단경은 거의 비슷한 수치를 나타냈고 길이와의 비만 근소한 차이가 나타났다. 그럼에도 불구하고 씨 제거율이 최고 80%에 머물러 시료에 의한 영향 보다는 제작된 장치의 기계적 구조에 문제가 있는 것으로 사료되었다. 상온저장의 압축력 값은 저장 8일까지는 일정하게 감소하다가 8일 이후에는 다소 감소값이 늘어나 저장일수가 길어질수록 유의적인 차이를 보였다. 저온저장의 압축력 값은 저장 70일까지는 일정하게 감소하다가 70일 이후에는 급격하게 감소하여 저장일수에 따른 유의적인 차이를 보였다. 상온저장에선 저장일수 15일에서 씨 제거율이 80%로 유의적으로 높았고 20일에는 유의적으로 낮게 나타났으며 씨 제거된 대추과육의 갈라짐율은 저장 13일째 유의적으로 높았고 20일에는 유의적으로 낮은 경향을 보였다. 저온저장에선 씨 제거율은 저장 50일째부터 유의적으로 높아졌으며, 50일부터 90일간의 유의적 차이는 없었으며 과육갈라짐률에 있어서는 저장 40일째까지 유의적 차이가 없으나, 저장 50일째부터 유의적으로 낮아지는 결과를 보였다.

감사의 글

본 연구는 2014년 농촌진흥청 기관고유사업(과제번호:

PJ0101392014)의 지원에 의해 이루어진 것으로 감사드립니다.

참고문헌

- Chung HJ. 2013. Investigation of packaging of fresh jujube (*Zizyphus jujuba*) on quality during storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 1296-1302.
- Kim BJ, 2003. Apparatus for extruding the seed of jujube. Korea patent NO. 20-2003-0021898, 1-10.
- Rhee YK, Kim DH, Han MJ. 1998. Inhibitory effect of *Zizyphi fructus* on β -glucuronidase and tryptophanase of human intestinal bacteria. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 199-205.
- Lee YG, Cho SY. 1995. Effect of jujube methanol extract on the benzo(a)pyrene induced hepatotoxicity. J. Korean Soc. Food. Nutr. 24: 127-132.
- Lee JS, Jeong IC, Kim SH, Kim SY, Kyun YI, Lee JS, Lee SJ. 1996. Final report on development of jujube pitter and jujube product, Yeongnam University, Daegu, Korea. pp. 1-95.
- Lee SH, Kim YG, Hong SG, Park JR. 2014. Development on technique of jujube stone and cutter of separated flesh, National Academy of Agricultural Science Research Specifications, Agricultural Engineering Research. 2-3.
- Na HS, Kim KS, Lee MY. 1996. Effect of jujube methanol extract on the hepatotoxicity in CC14-treated rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 839-845.
- Ryu KW. 2002. apparatus of take off seed wear. Korea patent NO. 20-2002-0004885, 1-9.
- Shin SR. Lee SH, Yoon KY, Kim KS. 1998. Changes in the physical characteristics and components of the jujube fruits by drying methods. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 5: 346-349.