

생물 박피 공정 고도화 기술 개발에 관한 연구

김재준*, 전국홍*, 손병우*, 안진성*, 권기현**, 정우석*

*(사)캠틱종합기술원 R&BD사업본부

e-mail:jjkim@camtic.or.kr

Development for Improvement of Peeling Process Technology of Chestnut

Jae-Jun Kim*, Guk-Hong Jeon*, Byung-Woo Son*, Jin-Sung An*, Ki-hyun Kwon**
and Woo-Seok Chong*

*R&BD Division, CAMTIC Advanced Mechatronics Technology Institute for
Commercialization

**Research Group of Digital Factory, Korea Food Research Institute

요약

우리나라의 전 국토의 62%가 산림이며 다양하고 우수한 임산물이 생산되고 있으며, 특히 최근 고품질·건강에 대한 소비자들의 관심이 고조됨에 따라 국내 단기소득 임산물에 대한 수요가 증가하고 있다. 그중에 밤은 재배 역사가 가장 오래된 과수 중의 하나로서 영양가가 높아 기호식품 외에도 대용식량자원 및 건강식품학적 가치를 지니고 있지만 국산 밤은 박피의 문제로 대부분 가공용보다는 원형 상태로 시장에 공급 소비되고 있어 대표적인 저부가가치 임산물로 자리 잡고 있다. 밤 박피 작업은 수작업으로 작업할 때 가장 높은 품질과 수율을 얻을 수 있으나 현실적으로는 인력 확충과 경제성 문제로 기계적 박피가 많이 이루어지고 있다. 그중 주로 사용되는 칼날 박피는 고속으로 회전하는 칼날을 이용하여 외피와 내피를 동시에 제거하는 방법으로 간단하고 빠른 시간에 박피를 할 수 있지만 밤의 수율이 떨어지는 단점이 있어 생산자 소득 증대를 위해서는 밤 박피 수율을 높일 수 있는 장비 개발이 절실한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국산 밤의 고부가가치 실현과 박피 공정 중 발생하는 품질 저하 방지에 따른 고품질의 밤 제품 생산을 위한 수침식 박피기 개발을 진행하였다.

본 연구에서는 생물 박피에 적합한 수침 박피 공정을 도출하였으며, 듀얼 회전축 칼날을 적용한 수침식 생물 박피기를 개발하였다. 내부 통 형태에 따른 칼날의 회전 시 유체의 흐름을 파악하기 위해 FEM 해석을 진행하였으며, 이를 통해 최적 박피 효율 위해 8각 형태의 내부 수침통을 적용하였다. 또한 칼날의 높이, 좌우 위치, RPM 조절이 가능한 듀얼 회전축을 적용하였다. 수침 방식을 위해 물 공급 및 배수 라인을 적용하였으며, 메쉬망 내통을 적용하여 박피된 원물 및 껍질을 수거하였다. 원활한 조건 변경 및 조사를 위해 LabVIEW를 이용하여 테스트용 조각부를 제작하여, RPM, 회전 방향, 조작 시간 등을 제어하였다. 추후 기존의 박피 장비와의 비교 분석을 통해 장비의 효율성 분석과 개선점을 파악하여 현장 적용형 수침식 생물 박피기 모델을 제시할 예정이다.

1. 서론

우리나라의 전 국토의 62%가 산림이며 다양하고 우수한 임산물이 생산되는 것이 특징으로, 고품질·건강에 대한 소비자들의 관심이 고조됨에 따라 국내 단기 소득 임산물에 대한 수요가 증가하고 있다. 특히 밤은 재배 역사가 가장 오래된 과수 중의 하나로서 임산물 품목 중에 수실류에 속하고, 우리나라에서는 경남, 충남이 주산지이며, 과육의 대부분이 전분, 단백질, 지방, 비타민 등으로 이루어져 있고, 율피에는 다량의 탄닌 성분이 함유되어 있어, 영양가가 높아 기호식품 외에도 대용식량 자원 및 건강식품학적 가치를 지니고 있다. 밤의 생산량은 중국(805천톤) 다음으로 우리나라가 많이 생산(72천톤)하며, 이탈리아가 50천톤, 터키 48천톤, 그 외 국가들이 159천톤을 생산하고 있다. 2021년 기준 생산량이

44,648,927kg 으로 수실류 중 생산량이 낮은 것으로 높은 임산물로 알려져 있다. 밤은 단기소득 임산물 중 매우 중요한 위치를 차지하고 있는 수출품이지만, 최근 밤의 국내 소비 및 수출이 감소하면서 국산 밤 소비 증대 차원의 대안 마련이 시급한 실정이다. 국산 밤의 고부가가치 실현과 가공공정 중 발생하는 품질 저하 방지에 따른 고품질 제품 생산, 생산 효율 증대와 이에 따른 불량 및 폐기물 발생의 최소화 등을 통해 국산 밤의 시장 경쟁력 향상이 필요하다.

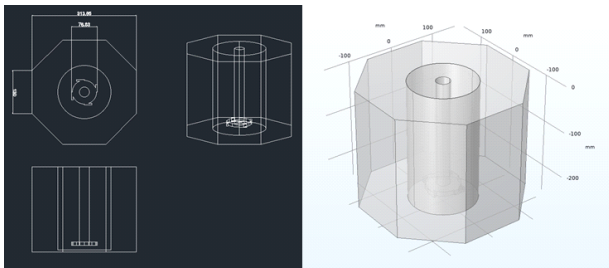
국산 밤은 그 품질이 세계적으로 우수하나 외국산 품종에 비교했을 때 외피의 경도가 단단하고 내피의 경우 과육과 접촉 정도가 높은 특성이 있어, 밤피 작업의 기계화가 어려워 대부분 수작업으로 진행하고 있고, 이에 대부분 가공용보다는 원형상태로 시장에 공급 소비되고 있어 대표적인 저부가

가치 임산물로 자리잡고 있기 때문에, 생산자 소득 증대를 위해서는 산지 밤 가공을 위한 혁신적인 기계화 및 자동화 기술의 개발이 절실한 실정이다.

본 연구에서는 국산 밤의 고부가가치 실현과 박피 공정 중 발생하는 품질 저하 방지에 따른 고품질의 밤 제품 생산을 위한 수침식 박피를 제안하였다. 내부 통 형태에 따른 칼날 회전 시 유체의 흐름을 파악하기 위해 FEM 해석을 진행하였으며, 이를 통해 8각 형태의 듀얼 회전축 칼날이 적용된 수침식 생울 박피기를 개발하였다.

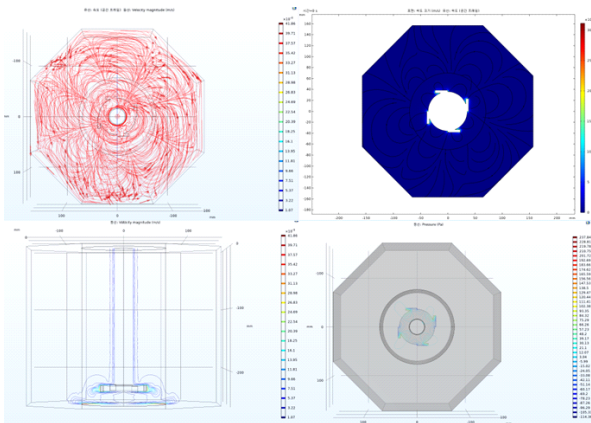
2. 박피기 개발을 위한 FEM 해석 및 결과

본 연구에서는 국산 밤의 고부가가치 실현과 박피 공정 중 발생하는 품질 저하 방지에 따른 고품질 밤 제품 생산을 위한 수침식 박피를 제안하였으며, 이를 위해 Comsol Mutiphysics 해석을 통해 수침용 팔각 내부 통에 대한 유체의 흐름에 따른 생울의 이동 경로 등의 해석을 진행하였다.



[그림 1] 박피기 내부 통 형태 Geometry (좌 CAD, 우 Comsol modeling)

초기 10RPM을 기준으로 Step 입력을 인가하여 조건을 적용하였으며, 장비 외부의 형상에 따라 변형되는 유체의 흐름 분석을 수행하였다. 물체의 모든 물성치는 Comsol에서 제공하는 기본 물성치를 적용하였다.



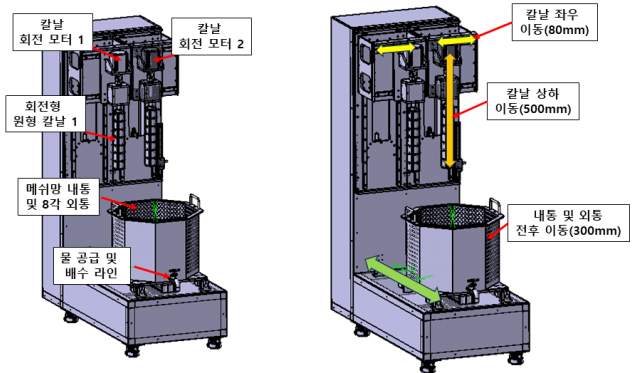
[그림 2] 수침 박피기 팔각 내부통 해석 결과 (상단 좌부터 시계방향 Velocity magnitude(m/s), 유선:속도(m/s), Pressure(Pa), Contour : Velocity magnitude(m/s))

해석결과 내부 블레이드가 회전함으로써 발생하는 유속이 팔각형의 구조를 가지는 외부 벽으로 인해 부딪치며 내부 난

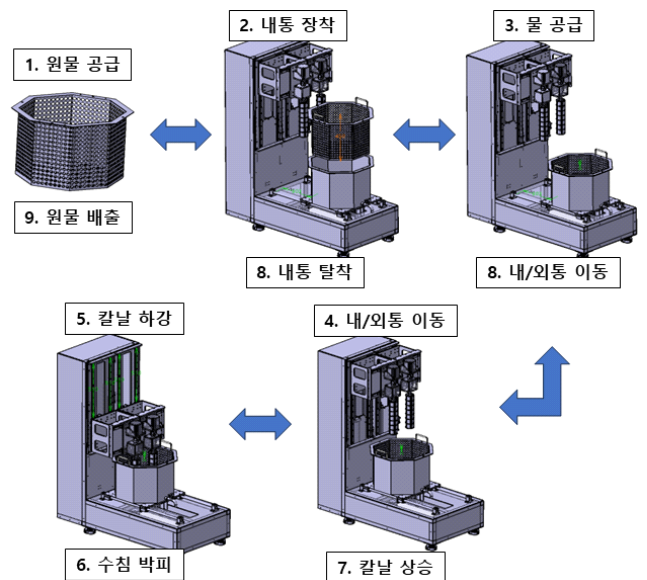
류를 만들어내는 것으로 측정되었으며, 유속의 흐름 및 각도는 내부 블레이드의 각도, 개수, 회전 RPM에 따라 변동 되는 것으로 확인하였다.

3. 수침식 박피기 시스템 개발

FEM 해석 결과를 바탕으로 수침식 생울 박피기 시스템을 개발하였다. 박피 효율을 높이기 위해 원형의 듀얼 칼날을 적용하였으며 각각의 칼날은 500mm 범위에서 높이 조절과 RPM 조절이 가능하도록 하였다. 또한 칼날은 기준점에서 80mm 좌우로 이동이 가능하도록 하였다. 또한 물의 공급과 배출을 원활하게 하기 위해 공급·배수라인을 적용하였으며, 메쉬망 내통을 적용하여 박피된 원물 및 껍질을 수거하도록 하였다. FEM 결과에 따라 내부 물의 흐름을 고려하여 팔각형의 외통을 적용하였다.



[그림 3] 수침식 박피기 설계



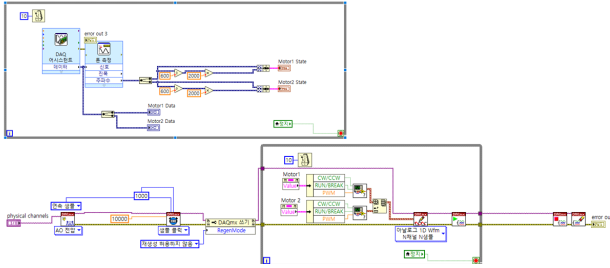
[그림 4] 수침식 박피기 작동 방식

원활한 조건 변경 및 조작을 위해 LabVIEW 을 이용하여 테스트용 조작부를 개발하였다. cRIO, DAQ Real-Time module 를 이용하여 모터의 출력 주파수를 측정하여 출력 RPM을

참고문헌

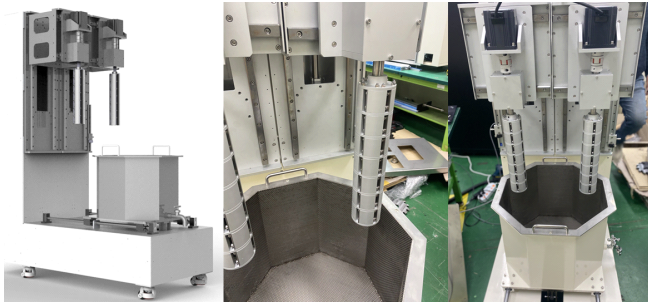
- [1] 김종훈, “농산물 및 식품 가공 기계;밤 박피 시스템 개발”, 바이오시스템공학회, Vol 22, No. 3, pp. 289-294, 1997.
- [2] 김종훈, “국내산 밤의 화염박피 특성 예측모델 개발”, 바이오시스템공학회, Vol 29, No. 1, pp. 45-52, 2004.

50~2,000 RPM 까지 제어할 수 있도록 하였으며, 제어환경을 고려하여 정역제어, 브레이크, PWM 신호를 생성하여 모터의 속도를 제어하였다. 또한 급 정거시 전원에 인가되는 모터의 역기전력을 고려하여 외부회생저항을 추가하여 전류에너지를 열로 소비할 수 있도록 개발하였다.



[그림 5] 모터 제어 시스템 블록다이어그램

생울의 외피/내피의 박피 가공의 정확한 공정요소 분석을 위해 박피 시간 제어 기능 설계하여 박피시간별 박피율을 확인 할 수 있도록 하였으며, 생울의 크기, 형상, 중량 등 선별 알고리즘 개발을 위해 영상 취득용 프로그램을 개발하였다.



[그림 6] 듀얼 회전축 칼날이 적용된 수침식 생울 박피기 제작

4. 결론

본 연구에서는 국산 밤의 고부가가치 실현과 박피 공정 중 발생하는 품질 저하 방지에 따른 고품질의 밤 제품 생산을 위한 수침식 박피를 제안하였으며, 내부 통 형태에 따른 칼날 회전 시 유체의 흐름을 파악하기 위해 FEM 해석을 진행하였고, 이를 통해 8각 형태의 듀얼 회전축 칼날이 적용된 수침식 생울 박피기를 개발하였다. 다양한 실험을 위해 칼날이 상하, 좌우로 이동되며, 각 모터제어를 통해 RPM 제어가 가능하도록 하였다. 추후 기존의 건식용 생울 박피기와 개발 제품의 박피 효율을 비교하여 최적 공정을 제시하며, 결과를 바탕으로 현장 적용형 수침식 밤 박피기를 개발할 예정이다.

5. 감사의 글

본 연구는 본 연구는 정부 재원으로 2023년도 스마트 산림 경영 혁신성장 기술개발사업(임산물 유통·물류 자동화 핵심 기술 개발 과제번호:RS-2023-00237550)의 지원을 받아 수행하였습니다.