

김치생산용 알타리무 전처리가공시스템 개발(2)

- 평면형 삭피용 칼날의 최적형상 -

Development of the Altri Radish Pre-Processing System for Kimch Production (2)

- Optimum cutter shape for plane peeling -

민영봉*	김성태*	강동현*
정회원	정회원	정회원
Y. B. Min	S. T. Kim	D. H. Kang

1. 서론

알타리무의 김치 담그기 전까지의 전처리가공공정은 선별, 무청다듬기, 무청절단, 뿌리꼬리절단, 무껍질깎기(이하 삭피) 및 세척으로 나뉘어 진다. 전처리기 개발에 있어 어려운 공정은 삭피이다. 선행연구(민영봉 등, 2003)에서 알타리무 뿌리의 원주방향과 길이방향으로 홈형으로 삭피할 수 있는 칼날의 최적형상을 구명한 바 있으며, 실제 알타리무 삭피장치를 고안하고 시험한 결과(민영봉 등, 2004), 홈형 삭피방식보다 평면형 삭피방식의 적용성이 높았다. 본 연구에서는 알타리무의 길이방향 평면형 삭피 시험장치를 제작하고 시험하여 삭피 기계 실용화에 적합한 평면형 삭피용 칼날의 최적형상을 구명하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험 재료

본 연구에 사용된 알타리무의 시료는 7월 중순부터 8월 말 사이에 수확된 알타리무를 구입하여 사용하였다. 각 삭피시험시 마다 2~5개를 임의 추출하여 측정된 알타리무의 평균길이는 94.3 mm, 머리부분의 평균직경은 33.2 mm이었으며, 최단직경의 평균은 29.9 mm, 최장직경의 평균은 48.2 mm로 조사되었다.

나. 시험 장치

그림 1은 알타리무의 평면형 삭피시 삭피저항을 측정하기 위해 구성한 장치이다. 장치는 칼날 부착장치와 알타리무의 고정 및 이송장치 그리고 측정장치로 구성하였다. LM guide (이하 직선운동장치)위에 설치한 칼날에 걸리는 삭피저항은 칼날고정부와 로드셀을 얇은 와이어를 연결하여 컴퓨터계측장치로 측정하였다. 그림 2는 폭 50 mm인 칼날에 의해 폭 10 mm의 알타리무를 깊이 2 mm로 삭피하는 평면형 삭피방식을 표현한 것이며, 그림 3은 삭피칼날

* 경상대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학전공

의 형상을 정의한 것으로 칼날의 장착 및 각도조절은 선행연구(민영봉, 2003)에서 설명한 것과 같다. 칼날은 고탄소강(SM45C) 재질로 #300 사포로 날을 세워 사용하였다.

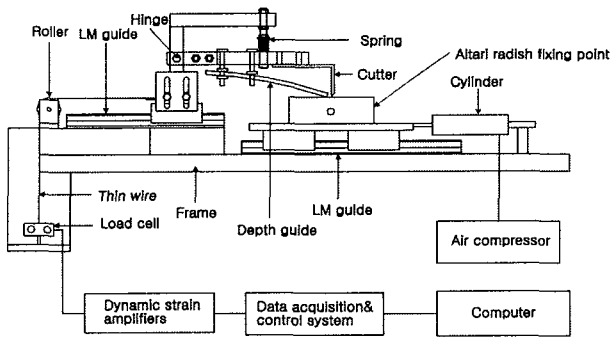


그림 1. 평면형 삭피시험장치

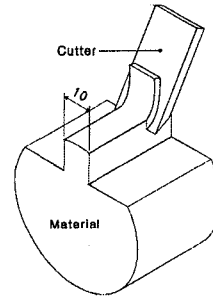


그림 2. 시편

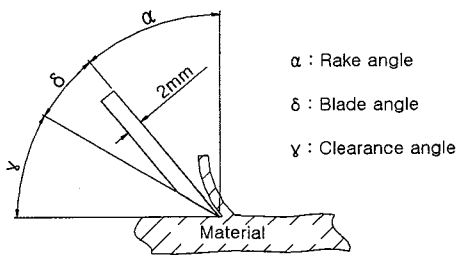


그림 3. 칼날형상의 정의

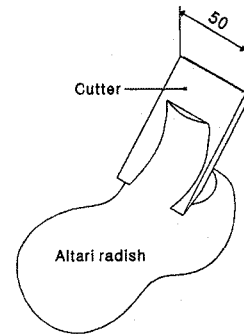


그림 4. 평면형 삭피방식

다. 시험 방법

① 절삭 칩의 형태 조사

절삭칩의 형태는 그림 1의 시험장치에 통무를 시편으로 그림 4와 같은 방식으로 절삭하면서 조사하였다. 시험조건으로 경사각 α 는 $0^\circ \sim 60^\circ$ 사이에서 5° 간격, 칼날각 δ 는 $10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$ 및 40° , 삭피속도는 0.1, 0.2, 0.3 및 0.4 m/s로 하였다. 각 시험은 3회씩 실시하였으며 칩과 삭피면을 육안으로 확인하여 유동형 칩의 형성 여부를 확인하였다.

표1. 절삭저항 측정 시험구 배치

Peeling speed	Cutter shape	
	δ	α
0.1 m/s, 0.2m/s, 0.3m/s	10°	$45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ, 70^\circ$
	20°	$45^\circ, 50^\circ, 55^\circ, 60^\circ, 65^\circ$
	30°	$45^\circ, 50^\circ, 55^\circ$

② 삭피저항 측정

삭피저항 측정을 위한 시험구배치는 표 1과 같으며, 칼날이 튀지 않고 절입되는 삭피속도 3종류, 칼날각과 경사각 각각 14종류 등 총 42종류의 시험을 각각 5회 반복하여 시험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 절삭 칩의 형태

그림 5는 칼날의 경사각을 달리하여 삭피한 무의 절삭 칩과 무의 절삭면을 사진으로 나타낸 것이다. 유동형 칩의 결정 조건은 절삭 칩이 파단되지 않고 연결되며, 절삭면이 육안으로 는 거친 부분이 없고 매끈한 것일 때로 하였으므로, 알타리무의 삭피가 가능한 경사각은 유동형 칩이 발생하는 경사각으로 볼 수 있다. 시험방법에서 제시한 조건내의 삭피속도와 칼날각 그리고 경사각을 변화시키면서 절삭 칩의 모양을 조사한 결과, 전단형 칩과 유동형 칩의 경계인 유동형 칩으로 형성되는 경사각은 45° 이었으며, 삭피속도와 칼날각의 영향은 없는 것으로 나타났다. 따라서 알타리무의 삭피표면이 매끈하게 되는 칼날의 경사각은 45° 이상인 것으로 판단하였다..

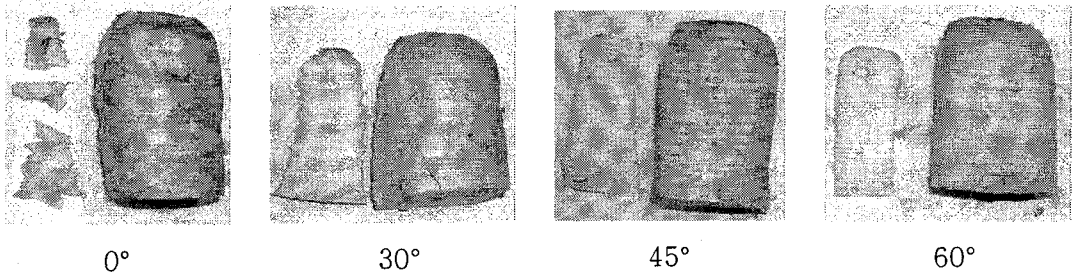


그림 5. 경사각에 따른 절삭 칩의 형태 비교

(2) 삭피 저항

그림 6은 칼날각과 경사각의 변화에 따른 삭피 저항의 변화를 나타낸 것이다. 전체적으로 삭피 속도가 빠를수록 삭피 저항이 크게 되는 경향으로 나타났다. 알타리무의 껍질부는 매우 연하면서도 질긴 점성재질이므로 금속의 최적 경사각 $5\sim 20^\circ$ 보다 매우 클 것으로 예상된다. 칼날각은 마찰이 최소화 되는 여유각을 $5^\circ\sim 10^\circ$ 로 주면 좋지만 칼날이 너무 얇은 경우(칼날각 10°)는 칼날이 무에 파고드는 경향이 있어서 오히려 절삭저항이 증가하는 것으로 판단된다. 그림 6에서 알 수 있듯이 알타리무 껍질의 평면삭피 시 삭피저항이 최소로 되는 칼날각은 20° , 경사각은 60° 인 것으로 판단된다. 삭피시 칼날이 튀지 않고 안정적인 삭피가 가능한 삭피속도는 0.2 m/s 이고, 이때 삭피저항은 8 N 정도로 나타났는데, 이는 삭피폭이 10 mm 인 경우이며, 실제의 삭피시 삭피폭이 15 mm 로 넓고 질기고 단단한 껍질부가 얇게 절삭되

는 조건을 감안하면 칼날 1개당 삭피저항은 15 N으로 추정된다.

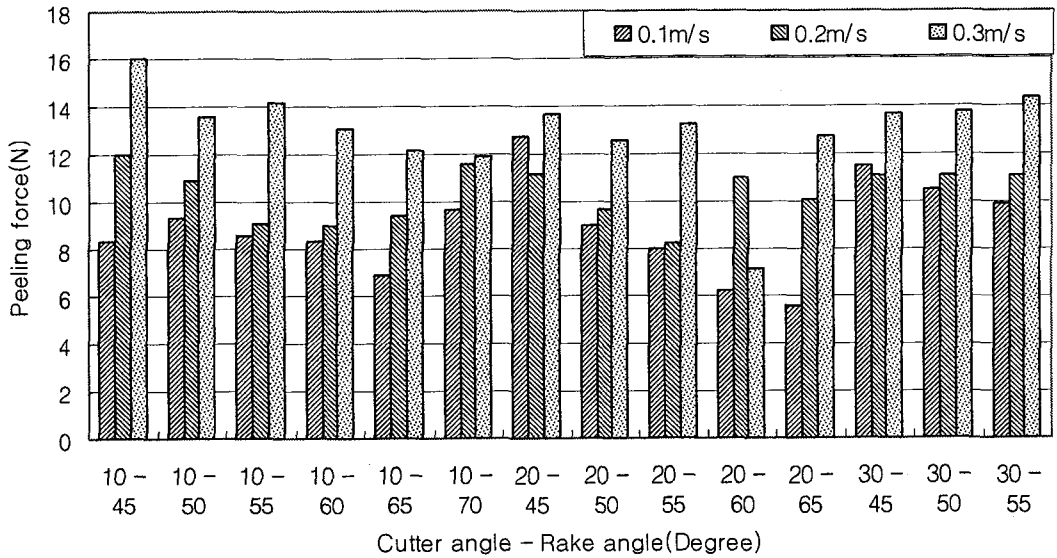


그림 6. 길이방향 평면형 삭피 시 삭피속도별 칼날각과 경사각에 따른 삭피저항

4. 요약 및 결론

알타리무김치의 전처리 가공시스템 자동화에 있어서 중요한 삭피작업의 기계화를 위한 삭피칼날의 최적형상을 구명하기 위하여 알타리무에 대한 평면형 삭피시험을 실시하였다. 알타리무의 삭피표면이 매끈하게 절삭되는 칼날의 경사각은 45° 이상인 것으로 나타났고, 삭피저항이 최소로 되는 칼날각은 20°, 경사각은 60°인 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 김성태, 민영봉, 정효석, 2004. 2. 알타리무 삭피장치 개발에 관한 연구(1) - 알타리무의 물리적 특성-, 한국농업기계학회 바이오시스템공학 29(1):29-36.
2. 민영봉, 김성태, 강동현, 정태상. 2003.10. 알타리무 삭피용 최적 칼날형상의 구명, 한국농업기계학회지 28(5):421-428.
3. 민영봉, 김성태외 8인. 2004. 8.19. 알타리무 전처리 가공시스템 개발. 농림부 농림기술관리센터 지원, 현장애로기술개발 최종연구보고서, pp. 177.
4. 민영봉, 김성태, 강동현, 정태상, 나우정. 2004. 10. 김치생산용 알타리무 전처리 가공시스템 개발(1) - 무청·뿌리끝부 절단장치 -, 한국농업기계학회 바이오시스템공학 29(5):451-456.
5. Sverker persson. 1987. Mechanics of cutting plant material. ASAE Monograph number 7. 244-247.