

알타리무 삭피용 최적 칼날형상의 구명

Determination of Optimum Cutter Shape for Peeling Altari Radish

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

ABSTRACT

This study was conducted to determine the optimum blade shape for peeling Altari radish. To figure out the required peeling force according to various angles of blade and rakes of peeling cutter, two peeling tests such as circumferential peeling and longitudinal peeling of Altari radish were carried out. Based on the pretest results, which performed to investigate the applicability of the optimum shape of cutter and to find out the cutting pattern according to the lapse of days after harvesting the radish, the peeling depth and width of the blade were fixed at 2 mm and 10 mm.

From two methods of circumferential and longitudinal peeling test, the angles of rake and blade as cutter shape factors were affected on peeling force. But the peeling speed was not affected on it under the safety speed as 0.2 m/s, without blade vibrating on peeling operation. The rake angle was more effective factor than the blade angle, and the optimum angles of blade and rake were 10° and 55°, respectively. The cutting surface by the longitudinal peeling was more smooth than that by the circumferential peeling. There was no problem in peeling work during 4 days after harvest because the freshness of the Altari radish was maintained.

Keywords : Peeling, Altari radish, Peeling cutter.

1. 서 론

김치는 세계적으로 널리 알려져 있는 우리 고유 음식 중의 하나이다. 연간 김치의 생산량은 약 155만 톤(2001년)으로 추정되고 있으며 이중 김치 가공공장에서 생산되는 김치는 1/3수준인 약 50만톤으로 생산비중은 매년 상승하는 추세이며, 2001년 김치수출량은 29,213톤으로 전년에 비해 23% 증가한 것으로 나타났다(김, 2002). 우리나라의 김치 가공공장은 약 600여 개소로서, 이중 알타리무김치의 생산비율은 약 8.5%로 조사되었는 바, 알타리무김치의 공장생산량은 한해 약 42,500톤으로 산정된다.

가공공장에서 알타리무 김치의 생산 자동화를 위한 전처리공정은 선별, 무껍질깎기(이하 삭피), 무칭 다듬기, 세척 등으로 이루어진다. 전처리가공기계의

개발에서 가장 어려운 것은 삭피공정인데, 문헌조사와 김치공장의 현장방문 등을 통하여 조사한 결과, 이와 관련된 기계나 장치의 연구개발 사례는 거의 찾아 볼 수 없었다. 알타리무 전처리가공의 기계화가 어려운 이유는, 알타리무는 일반무에 비해 크기가 작고, 다중곡선의 외형, 형태와 품종의 다양성 등으로 인해 삭피작업에 대한 기계화 기술의 개발이 어렵고, 또한 알타리무 김치의 특성상 무칭을 어느 정도 남긴 상태에서 김치를 만들어야 하는데, 이로 인해 삭피공정의 기계화가 더욱 어려운 것으로 생각된다.

본 연구는 알타리무 전처리 가공기계의 핵심인 삭피기에 적용할 칼날의 형상을 결정하기 위하여 알타리무를 원주방향으로 회전시키면서 삭피하는 원주방향 삭피시험과 길이방향으로 이동시키면서 삭피하는 길이방향 삭피시험을 통해 적합한 삭피속도와 최

This study was supported by Agricultural R&D Promotion Center(ARPC). The article was submitted for publication in August 2003, reviewed in October 2003, and approved for publication by the editorial board of KSAM in October 2003. The authors are Y. B. Min and S. T. Kim, Professor, Institute of Agriculture and Life Sciences(IALS) of the Gyeongsang National University, D. H. Kang, Graduate Student, Gyeongsang National University, and T. S. Chung, Associate Professor, Jinju National University. The correspond-ing author is S. T. Kim, Major of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea. Fax:+82-55-762-0610. E-mail :<kimsung@nongae.gnsu.ac.kr>.

적칼날 조건을 구명하였다. 그리고 이 결과를 이용하여 알타리무의 수확 후 경과일수에 따른 칼날의 적용 가능성도 확인하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험 재료

본 연구에 사용된 알타리무의 품종은 평강으로 경남 진주지역에서 2002년 7월 중순부터 8월 말 사이에 수확된 것이었다. 각 시험마다 2~5개씩의 알타리무를 임의 추출하여 측정된 결과, 공시 알타리무의 규격은 길이가 평균 94mm, 머리부분은 직경 33mm, 최단직경 30mm 및 최장직경 39mm로 조사되었으며, 측정값의 표준편차는 5이하로 그다지 크지 않으나, 길이의 경우는 14.7로 편차가 큰 것으로 나타났다. 또한 시험에 사용된 알타리무의 평균 함수율은 84%(wb)였다.

나. 시험 장치

(1) 원주방향 삭피장치

알타리무가 원주방향으로 회전할 때 칼날각과 경사각의 변화에 따른 삭피저항을 구명하기 위하여 Fig. 1과 같이 삭피장치를 구성하였다. 선반의 회전

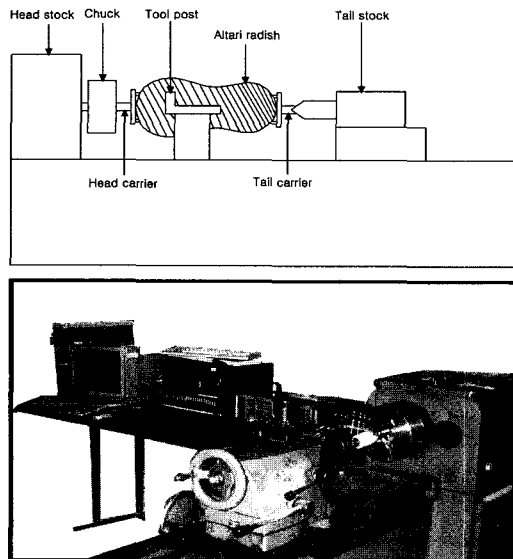


Fig. 1 Drawing and photograph of the experimental apparatus for circumferential peeling of the Altari radish using lathe.

으로 알타리무를 회전시키기 위하여 선반의 척과 심압대에 주축대 돌리개(head carrier)와 심압대 돌리개(tail carrier)를 설치하여 알타리무를 고정시키고, 주축의 회전에 따라 알타리무가 회전할 수 있도록 하였으며, 공구대에 삭피칼날 및 삭피저항 측정장치를 부착하였다. 삭피속도는 선반주축에 설치된 속도변환장치를 이용하여 조절하였다. 주축대 돌리개는 척에 고정시키기 위한 자루부와 알타리무를 고정시키기 위한 원판형 면판부로 제작하였고, 심압대 돌리개의 면판부는 주축대 돌리개와 같고, 심압대에 지지하기 위하여 자루부 끝에 60°의 홈을 만들었다. 선반에 의해 알타리무가 회전할 때 삭피칼날의 저항이 있어도 알타리무가 계속 회전할 수 있도록, 돌리개의 전면부에 직경 2mm, 길이 10mm의 핀을 돌리개 자루의 중심축과 동심의 직경 20mm상에 등각으로 3개를 용접하여 고정하였다.

Fig. 2는 시험장치의 공구대에 설치한 삭피 칼날부와 삭피저항 측정장치의 구성도를 나타낸 것이다. 칼날이 알타리무를 삭피 할 때의 삭피저항이 로드셀에 손실 없이 전달되게 하고 삭피 칼날부 지지를 위하여 LM guide(Liner Motion guide, 이하 직선운동장치)를 설치하였다. 삭피 칼날부의 칼날이 회전하는 알타리무의 곡면 형태에 따라 상하로 자유로이 움직일 수 있도록 칼날 부착부가 삭피장치의 수직골조와 연결되는 부분을 힌지 형식으로 만들고, 중간부분에 압축스프링을 삭피장치 상단 수평골조에 설치하였다.

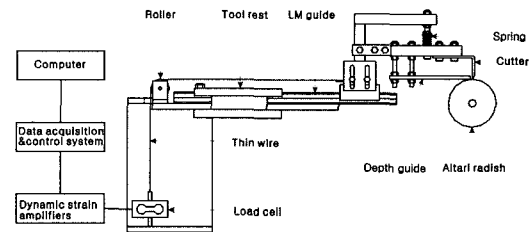


Fig. 2 Cutting device and equipments for peeling force measurement.

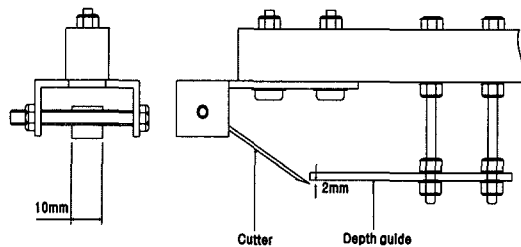


Fig. 3 Details of the assembled cutter.

압축스프링의 축은 중간에 스프링 받침을 설치한 수나사로서 상부프레임에 결합하여 이 축의 조임에 의해 삭피칼날에 압력을 가하여 알타리무의 회전시 무껍질에 칼날이 파고들도록 하였다. 알타리무를 삭피할 때의 삭피저항을 측정하기 위하여, 직선운동장치의 슬라이드 위에 설치한 삭피칼날부 프레임과 수직력 측정용 로드셀을 직경 1.5mm의 부드러운 와이어로 연결하고 베어링롤러를 이용하여 수평력인 삭피저항을 수직력으로 전달되게 하였다. 삭피시 로드셀에 전달되는 삭피저항은 로드셀과 연결한 스트레인 증폭기(DPM-700B, Kyowa co., Japan)에 의해 측정되게 하였다. 삭피저항의 측정은 스트레인증폭기의 아날로그 출력을 데이터계측장치(System 10K7, Daytronic co., U.S.A)에 입력시켜 디지털값으로 변화시키고 RS232C 통신을 통해 컴퓨터로 데이터를 처리하였다. 데이터처리 프로그램은 Quick Basic을 이용하였다.

Fig. 3은 칼날부착부의 상세도이다. 알타리무의 삭피시험시 무가 깎이는 깊이는 깊이조절용 가이드를 설치하여 2mm로 일정하게 유지하였고, 칼날이 고정되는 부분과 칼날 가이드 부분에 공간을 주어 삭피된 무의 껍질이 제거 될 수 있도록 하였다. 또한 경사각의 조정에는 칼날 고정부의 볼트와 너트를 이용하였다.

Fig. 4는 알타리무 삭피를 2차원적으로 정의한 각도인데, 경사각(α)과 칼날각(β)은 칼날의 형상을 나타내는 시험조건으로 사용한 것이며 여유각(γ)은 참고용으로 측정된 것이다. 따라서 본 시험에서는 고탄소강(SM45C) 재질로 두께 2mm, 폭 10mm의 칼날을 제작하고 숫돌로 가공한 후 #300 사포로 날을 세워 사용하였다.

Fig. 5는 시험에 사용한 로드셀에 부과되는 무게와 스트레인 증폭기로 출력되는 전압과의 관계에 대한 선형회귀식을 도출한 것이다. 이 선형회귀식은 알타리무 삭피시 칼날에 걸리는 삭피저항을 측정하기 위하여 사용하였다. 측도설정은 로드셀에 부착된 평판

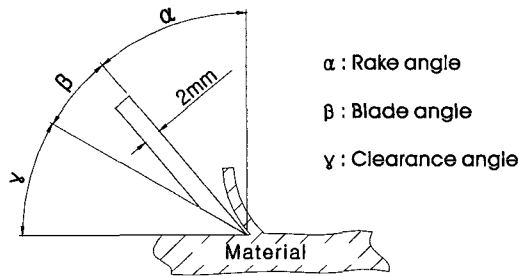


Fig. 4 Definition of the cutter angles.

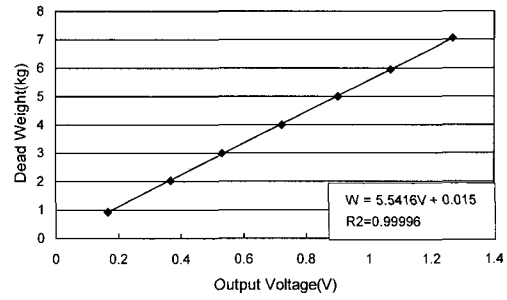


Fig. 5 Calibration curve for the relationship between output voltage from strain amplifier and the weight sensed on load cell.

위에 일정한 무게를 부과하였을 때 출력되는 전압을 측정하여 선형회귀식($R^2=0.99996$)을 구하였다.

(2) 길이방향 삭피장치

Fig. 6은 알타리무의 길이방향 삭피성과 삭피저항을 측정하기 위하여 제작한 시험장치를 나타낸 것이다. 본 장치의 삭피 칼날부 및 삭피저항 측정장치는 Fig. 2의 원주방향 삭피시험에서와 동일한 구조를 사용하여 무 직선이송장치부와 함께 철제 프레임에

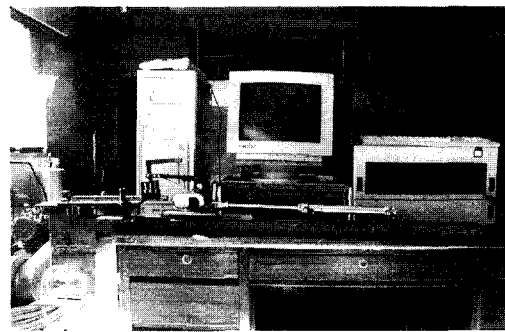
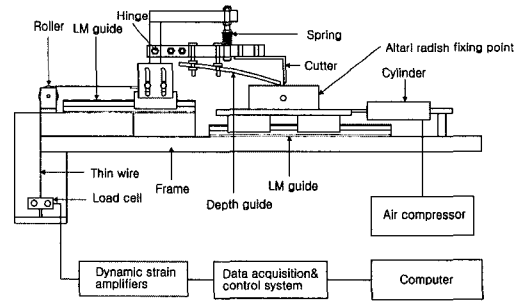


Fig. 6 Drawing and photograph of the experimental apparatus for longitudinal peeling of the Altari radish.

설치하였다. 알타리무의 직선이송장치는 2개의 슬라 이더 위에 알타리무 고정부를 설치하고 이 프레임을 공압실린더와 연결하여 구성하였다. 공압실린더의 작동으로 알타리무가 직선으로 이송할 때 알타리무의 상부에 설치한 칼날에 의해 길이방향 삭피가 이루어 지게 하였다. 삭피속도는 공압실린더의 공기압으로 조절하였다.

다. 시험 방법

알타리무를 삭피할 때 칼날에 가해지는 힘과 삭피 속도는 알타리무의 연속삭피를 가능하게 하는 요인이다. 본 시험에 앞서 실시한 시험에서, 칼날에 너무 많은 힘을 가하면 칼날이 무 속으로 파고 들었으며, 너무 낮으면 칼날이 무피에 파고 들지 않고 미끄러 지는 현상이 일어났다. 또 삭피속도가 너무 빠르면 칼날이 튀어 오르면서 진동충격운동을 하여 연속삭 피작업이 이루어지지 않았다. 따라서 본 삭피시험에 서는 스프링을 이용하여 칼날에 가해지는 힘을 13 N 으로 일정하게 조정하였으며, 삭피속도는 칼날이 튀 지 않고 연속작업이 가능한 범위로 한정하였다.

(1) 원주방향 삭피시험

시험에 사용한 알타리무는 수확 후 1일이 지난 것 을 임의 선정하여 사용하였다. Table 1은 삭피저항 측 정시험에서의 삭피속도, 칼날각 및 경사각의 시험구 배치를 나타낸 것이다. 원주방향 삭피시험에서 알타리 무의 회전속도는 저속 60 rpm, 중속 115 rpm 및 고속 170 rpm 등의 세 단계로 분류하여 시험을 실시하였다. 각각의 칼날회전 속도에 대하여, 칼날각 10°의 경우, 칼날의 경사각이 각각 45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°로 6 처리, 칼날각 20°의 경우, 경사각이 각각 45°, 50°, 55°, 60°, 65°의 5처리, 그리고 칼날각 30°의 경우에는 칼날 각 45°, 50°, 55°의 3처리 등, 총 14처리로 하였다. 이 들은 여유각이 있으면서 2차원 삭피가 가능한 각도이 며, 칼날각 10°는 날의 강도를 고려한 최소각도이다. 삭피깊이는 껍질부의 평균 두께인 2mm로 설정하였고, 각 시험은 5회씩 반복하여 실시하였다.

(2) 길이방향 삭피시험

시험에 사용한 알타리무는 수확 후 1일이 지난 것 을 임의 선정하여 사용하였다. 알타리무를 길이방향 으로 삭피할 때의 삭피속도는 각각 0.1m/s, 0.15m/s 및 0.2m/s로 하였으며, 칼날의 경사각, 칼날각 및 삭 피깊이, 시험회수 등은 원주방향 삭피시험에서와 같 은 조건으로 하였다.

Table 1 Test conditions of the circumferential peeling (CP), and longitudinal peeling (LP)

Peeling speed	Cutter shape	
	β	α
60 rpm(CP), 0.1 m/s(LP)	10°	45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°
	20°	45°, 50°, 55°, 60°, 65°
	30°	45°, 50°, 55°
115 rpm(CP), 0.15 m/s(LP)	10°	45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°
	20°	45°, 50°, 55°, 60°, 65°
	30°	45°, 50°, 55°
170 rpm(CP), 0.2 m/s(LP)	10°	45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°
	20°	45°, 50°, 55°, 60°, 65°
	30°	45°, 50°, 55°

(3) 수확 후 경과일수에 따른 삭피시험

알타리무의 수확 후 경과일수에 따른 삭피 적응성 을 알아보기 위하여 원주방향 및 길이방향 삭피시험 결과 얻어진 최적의 칼날 조건으로 수확 후부터 무 청이 상하기 시작하는 수확 후 4일까지 삭피시험을 실시하였다. 원주방향 삭피시험은 2002년 8월 19일 에 경매된 알타리무를 오전에 구매하여 당일 즉 수 확 후 1일부터 매일 오후 1시에 20회 반복 시험하였 고, 길이방향 삭피시험은 2002년 8월 26일에 구매한 알타리무를 대상으로 원주방향 삭피시험과 같은 방 법으로 실시하였다.

시험은 원주방향 삭피시험에서 얻어진 최적의 칼 날 조건 및 시험방법으로, 재료는 2002년 8월 19일 경매된 알타리무를 오전에 구매하여 당일(수확 후 1 일 경과)부터 매일 오후 1시에 시험을 실시하였다. 또 길이방향 삭피저항 시험에서 결정된 최적의 칼날 조건 및 시험방법으로, 2002년 8월 26일 구매한 알 타리무를 이용하여 무청이 상하기 시작하는 수확 후 까지 4일 동안 시험을 실시하였다. 각 시험은 동일 조건에서 20회 반복 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 원주방향 삭피시험

원주방향 삭피시험에 사용된 알타리무의 평균직경 은 35mm이었는데, 이 값을 이용하여 원주방향 삭피 시험의 선속도를 구하면 저속 60 rpm은 0.11m/s, 중 속 115 rpm은 0.21m/s, 그리고 고속 170 rpm은 0.31

m/s로 각각 산정되었다. Fig. 7은 원주방향 삭피시험 시 삭피속도 115 rpm, 칼날각 20°의 경우 경사각의 변화에 따른 삭피표면의 예를 나타낸 것이다. 삭피시험 조건별 5회 반복시험을 합쳐 총 630회의 시험을 실시한 결과를 육안으로 검사한 삭피표면의 거칠기는 삭피속도, 칼날각, 경사각의 변화에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 이것은 시험장치의 특성상 최종 삭피표면은 수회 반복 절단한 것으로 모두 매끈하게 가공되었기 때문으로 생각된다. 삭피된 껍질(칩)은 원활한 삭피가 이루어지지 않고 균열형과 절단형으로 나타났는데, 이것은 삭피방향이 무의 섬유방향과 직각으로 설정되었기 때문으로 판단된다.

Fig. 8은 원주방향 삭피시험에서 삭피속도 60 rpm, 칼날각 20°, 경사각 55°일 때 시간의 흐름에 따른 삭피저항의 변화를 나타낸 것이다.

Fig. 8에서와 같이 삭피 시작 시점인 0.5초 부근에서 삭피저항이 급격히 증가하였다가, 알타리무가 한 바퀴 회전하는 약 1초 후에는 삭피저항이 크게 감소하였는데, 이는 무의 1회전에서 대부분의 껍질은 제거되고 그 이후의 잔류저항은 깊이조절용 가이드 부분의 접촉에 의한 마찰저항인 것으로 판단된다. 알타리무 이송에 의한 연속삭피시 삭피저항은 침두저

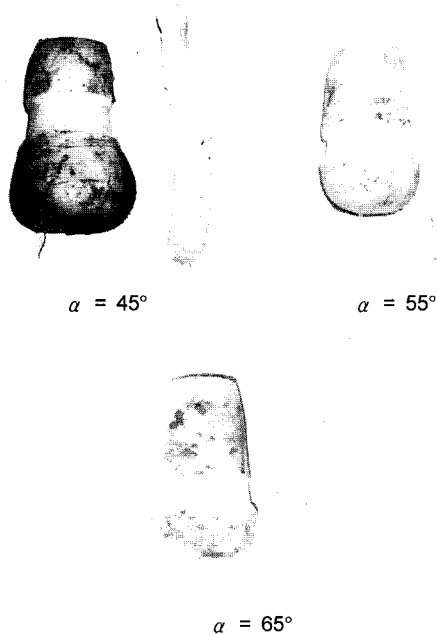


Fig. 7 Cutting surfaces samples of the Altari radishes after circumferential peeling with 20° of blade angle and 115rpm of peeling speed.

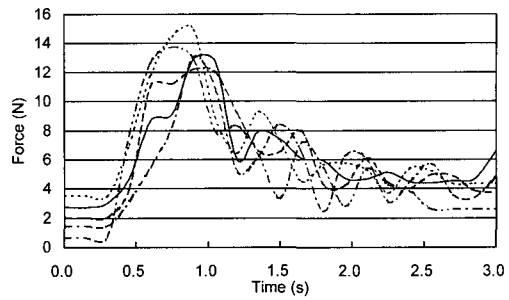


Fig. 8 Samples of the peeling force variation on circumferential peeling.

항으로 연속되므로, 이하에 언급되는 삭피저항은 모두 침두저항값으로 하였다.

Fig. 9는 알타리무의 원주방향 삭피시 칼날각과 경사각의 변화에 따른 삭피저항의 변화를 각 회전수별 평균값으로 나타낸 것이다. 전반적으로 칼날각이 작아지고 삭피속도가 증가함에 따라 삭피저항은 감소하는 것으로 나타났다. 칼날각 10°의 경우의 삭피저항은 삭피속도 60 rpm, 경사각 60°일 때 12.3 N, 삭피속도 115 rpm, 경사각 55°일 때 11.8 N, 삭피속도 170 rpm이고 경사각이 55°일 때 11.3 N으로 각각 최소값을 나타내었다. 이때 최소 삭피저항을 보인 경우의 경사각을 벗어나면 삭피저항이 증가하는 것으로 나타났다. 칼날각이 20° 경우 경사각에 따른 삭피저항의 변화는 칼날각 10°일 때와 비슷한 경향으로 나타났다. 삭피속도 60 rpm, 경사각 60°일 때 13.4 N, 삭피속도 115 rpm, 경사각 60°일 때 13.3 N, 또 삭피속도 170 rpm, 경사각 60°일 때의 삭피저항은 12.1 N으로 각각 최소치를 나타냈고, 이들 각을 벗어나면 다시 높아지는 경향이였다. 칼날각이 30°일 경우에는 삭피속도 115 rpm, 경사각 55°에서의 삭피저항이 13.5 N으로 가장 낮은 값을 보였으며, 다른 조건의 경우는

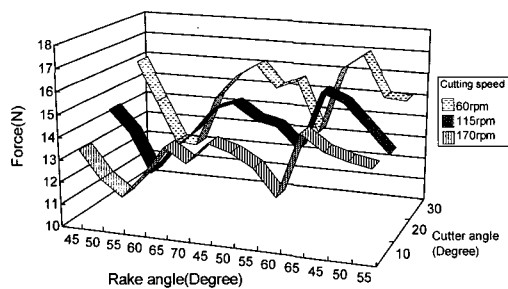


Fig. 9 Mean peak peeling forces of the circumferential peeling according to the blade angle(β) and the rake angle(α).

경사각이 낮아질수록 삭피저항은 약간씩 높아지는 경향을 보였다. 삭피속도 170 rpm(0.31m/s)에서는 칼날부의 진동이 약간 수반되고 삭피깊이의 굴곡부가 발생하였다. 따라서 삭피가 가능한 삭피속도 범위를 115 rpm(0.21m/s)로 한정할 때의 최적 칼날의 형상은 칼날 각이 10°, 경사각이 55°인 것으로 판단된다.

나. 길이방향 삭피시험

Fig. 10은 길이방향 삭피시험시 칼날각 10°, 삭피속도 0.15m/s일 때의 삭피표면을 경사각별로 나타낸 것이다. 원주방향 시험에서와 같이 길이방향 삭피시험에서도 삭피속도, 칼날각 및 경사각에 따른 삭피표면의 거칠기의 차이는 육안으로 구별되지 않았다. 그러나 삭피된 칩은 경사각 45°에서 전단형으로 나타났으며, 경사각 55° 이상에서는 연속된 칩인 유동형으로 나타났다.

Fig. 11은 길이방향 삭피시험에서 삭피속도 0.2m/s, 칼날각 20°, 경사각 55°일 경우의 삭피저항 변화를 나타낸 것이다. 삭피초기에 삭피저항이 나타나지 않은 이유는 칼날이 알타리무 위에 올려진 후 직선운동을 시작하여 삭피하지 않고 이동하기 때문이며, 칼날이 알타리무를 삭피하기 시작하면 저항이 급속히

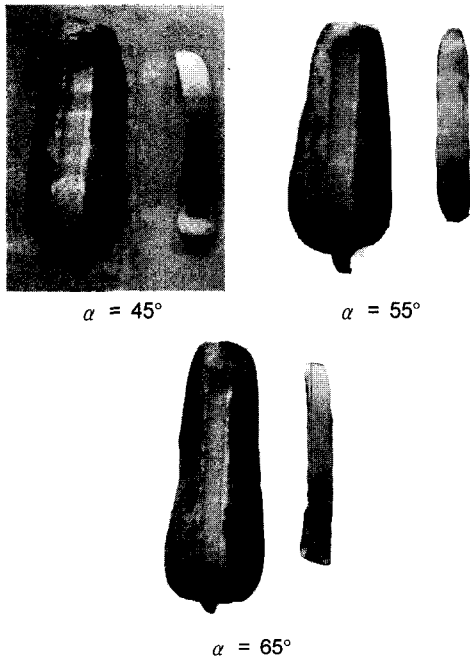


Fig. 10 Cutting surfaces samples of the Altari radishes after longitudinal peeling.

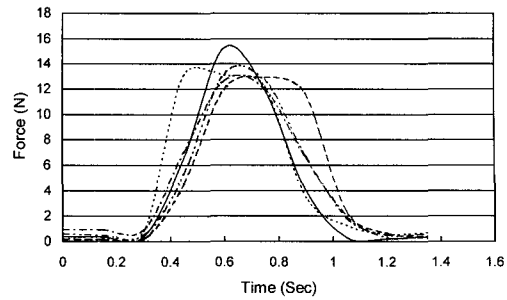


Fig. 11 Samples of the peeling force variation on longitudinal peeling.

증가하여 삭피가 진행함에 따라 최대저항이 나타나고 삭피가 끝나면 삭피저항은 소멸하였다. 삭피저항의 피크 지속시간이 짧은 것은 알타리무의 길이방향 삭피길이가 짧기 때문이다. 원주방향 삭피시와 마찬가지로 길이방향 삭피시의 삭피저항은 모두 침두값으로 하였다.

Fig. 12는 알타리무의 길이방향 삭피시 사용한 칼날각과 경사각의 변화에 따른 삭피저항의 변화를 삭피속도별로 나타낸 것이다. 삭피속도에 따른 삭피저항의 변화는 일정한 경향이 없이 칼날형상에 따라 다르게 나타났다. 칼날각 10° 경우의 삭피저항은, 삭피속도 0.1m/s, 경사각 50°일 때 13.1 N, 삭피속도 0.15m/s, 경사각 55°일 때 11.9 N, 그리고 삭피속도 0.2m/s, 경사각 55°일 때의 삭피저항은 13 N 등의 최소값으로 나타났다. 칼날각 20°의 경우 삭피저항의 변화는 경사각 55°~60°에서 13.4 ~ 13.9 N으로 최소 삭피저항을 가지며, 경사각이 이 범위를 벗어나면 삭피저항이 높아지는 것으로 나타났다. 칼날각 30°인 경우에는 삭피속도 0.1m/s, 경사각 50°에서 최소 삭피저항인 13.4 N으로 나타났다. 따라서 최적 조건은 삭피속도 0.15m/s, 칼날각 10° 및 경사각이 55°일 때인 것으로 판단된다.

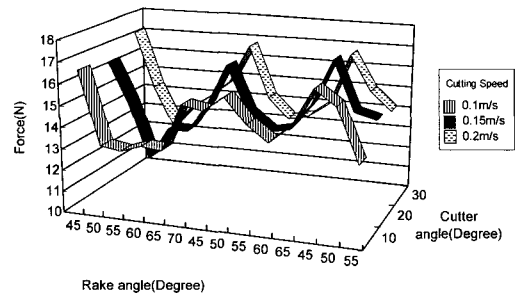


Fig. 12 Mean peak peeling forces of the longitudinal peeling according to the blade angle(β) and the rake angle(α).

이상의 시험 결과 삭피저항은 칼날이 튀지 않는 삭피속도 이내에서는 삭피속도의 영향보다는 칼날형상의 영향이 높았으며, 특히 칼날각보다 경사각의 영향이 더 큰 것으로 나타난 바 이는 칼날이 튀지 않고 무피에 파고 들어 삭피가 가능한 최대속도 이내로 한정하여 그 영향이 미미하였기 때문이다. 경사각은 무의 삭피된 칩이 무에서 이탈할 때 마찰력을 일으키는 가장 큰 요인으로, 경사각이 클수록 마찰력이 작게 되지만 일정값 이상으로 크게 되면 칼날 뒷면과 삭피면이 이루는 여유각이 작아져 뒷면 마찰력이 증가하는 현상이 일어나게 된다. 따라서 칼날의 앞면 마찰력과 뒷면 마찰력을 작게 하려면 칼날각을 작게 하여야하고 적합한 경사각을 가져야 하는데, 알타리무의 경우 칼날각 10°, 경사각 55°에서 이들 저항이 최소가 되는 것으로 추정할 수 있었다. 두 시험에서 삭피표면의 시험조건별 거칠기는 육안으로 판별하기가 어려웠으나 길이방향 삭피의 경우 원주방향 삭피시보다 매끈한 표면을 나타내었다. 그 판단의 근거로 삭피칩의 모양을 조사하였는데, 원주방향 삭피시 삭피칩은 모두 짧게 파단된 균열형 내지 전단형으로 나타났고, 길이방향 삭피시 칼날 경사각 55° 이상에서는 유동형으로 나타나, 길이방향 삭피가 원주방향 삭피보다 매끈한 삭피표면을 나타낸 것으로 판단된다.

다. 수확후 경과일수에 따른 삭피저항

Fig. 13은 원주방향 삭피시험시 수확 후 경과일수에 따른 최대 삭피저항의 평균값을 나타낸 그래프이다. 삭피조건은 알타리무의 원주방향 삭피시험시 최소 삭피저항을 나타낸 조건인 삭피속도 170 rpm, 칼날각 10°, 경사각 55°일 때로 하였다. 수확 후 1일 경과 시에는 12.5 N의 삭피저항에서, 수확 후 경과일수가 길어질수록 무피가 건조되어 조직이 질겨지기 때문에 무피의 삭피저항이 약간씩 높아지다가 4일 경과시에는 약 15.8 N까지 증가하였다. 조사결과 무청이 시들어 김치의 상품화가 불가능한 기간은 수확 후 4일 이었으며, 이 기간동안에는 적용 칼날에 의한 삭피작업은 문제가 없을 것으로 판단된다.

Fig. 14는 길이방향 삭피시험시 수확 후 경과일수에 따른 최대 삭피저항의 평균값을 나타낸 것이다. 수확 후 1일 경과한 8월 26일에는 약 14.0 N의 삭피저항이 나타났고, 수확 후 경과일수가 길어질수록 무피가 건조되어 가기 때문에 삭피저항이 약간씩 증가하여 시험 마지막 날인 8월 29일에는 약 15.2 N가량의 삭피저항이 측정되었다. 수확 후 5일째 되는 날인 8월 30에는 무청이 상하기 시작하고 신선도가 떨어지는 경향을 보였다. 따라서 본 시험 결과는 무청의 신선도가 유지되는 한계인 수확 후 약 4일간은 적용이 가능할 것으로 판단된다.

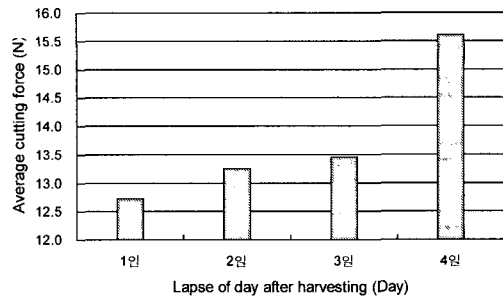


Fig. 13 Peak peeling force on circumferential peeling test according to the lapse of days after harvesting(Aug. 18).

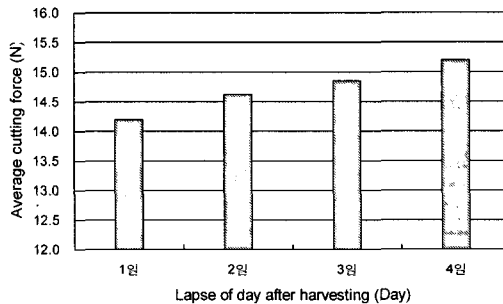


Fig. 14 Peak peeling force on longitudinal peeling test according to the lapse of days after harvesting(Aug. 25).

어지는 경향을 보였다. 따라서 본 시험 결과는 무청의 신선도가 유지되는 한계인 수확 후 약 4일간은 적용이 가능할 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

알타리무 김치의 전처리시스템 자동화에 있어서 중요한 삭피작업의 기계화를 위한 삭피칼날의 최적형상을 구명하기 위하여 알타리무에 대한 원주방향과 길이방향 삭피시험을 실시하였다. 칼날이 튀지 않고 무피에 파고 들면서 연속작업이 가능한 삭피속도 이내에서 삭피깊이 2mm, 삭피폭 10mm로 삭피시험을 실시하고 삭피저항을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 원주방향과 길이방향 삭피시 삭피저항은 삭피속도의 영향보다 칼날형상의 영향이 높았으며, 칼날형상 요인에서는 칼날각보다 경사각의 영향이 더 큰 것으로 나타났는데, 원활한 삭피가 이루어지는 최대 삭피속도는 0.2m/s였다.

2) 원주방향과 길이방향 삭피시험에서 삭피저항과 삭피면 거칠기를 고려할 때 가장 적합한 칼날형상은 칼날각 10°, 경사각 55°인 것으로 나타났다.

3) 삭피표면은 길이방향 삭피가 원주방향 삭피시보다 매끈하게 가공되는 것으로 확인되었다.

4) 수확 후 경과일수에 따른 원주방향과 길이방향 삭피시험에서는 수확 후 경과일수가 길어질수록 삭피저항이 약간씩 증가하는 것으로 나타났으며, 알타리무의 상품성이 유지되는 수확 후 4일까지는 본 시험에서 결정된 칼날에 의한 삭피작업이 가능한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. 김영일. 2002. 2001년 김치 생산실태 및 수출동향. 농수산물유통공사. Internet site : <http://www.afmc.co.kr> - 김치 자료실.
2. 김영일. 2002. 2001년 김치 국내동향. 농수산물유통공사. Internet site : <http://www.afmc.co.kr> - 김치 자료실.
3. 농림부. 2001. 무의 전국 재배현황. 농림통계연보.