

알타리무의 물리적 특성

Physical Properties of Altari-Radish

김성태 * 민영봉 * 정효석 *
정희원 정희원 정희원
S. T. Kim Y. B. Min H. S. Jung

1. 서론

무의 년 간 생산량은 150만 톤이며, 이중 알타리무는 10% 정도로 추정되며, 전국 60여 개 김치공장에서 50% 이상을 가공하고 있다. 우리나라 식품수출 중 김치가 차지하는 비율은 매우 증가할 것으로 예상되나, 전처리 가공의 기계화는 미흡한 실정이다. 이 반드시 필요하게 되었다. 무의 김치를 담그기 전의 전처리 가공공정은 선별-삭피-무청 다듬기-세척의 순이며 전 과정은 인력에 의존하고 있으며, 더욱이 무의 전처리 기계화의 기술이 개발되어 있지 않아서 농협과 김치공장의 재료납품회사 등에서는 무 전처리 가공을 전적으로 인력에 의존하고 하고 있는 실정이다.

무의 전처리 가공공정의 자동화에 가장 어려운 공정은 삭피공정으로, 아직까지 기계화기술이 확립되어있지 않다.

무 회전형 절삭시험 결과 알타리무의 무 몸체를 회전시키는 칼날에 의한 절삭은 무청의 강도가 약하여 무에 회전력을 가할 때 무청이 절단되는 문제점과 뿌리부 전체의 삭피를 해야 하기 때문에 회전력을 가할 수 있는 취부부가 없다는 문제점을 발견하였다. 따라서 무청에 회전력을 가하지 않거나 미약한 회전에 의해서도 무의 삭피가 가능한 방법을 모색해야 한다.

특히 알타리무는 일반무와는 형태상으로 작고 2중 곡선의 외형을 가지고 있어서 삭피작업을 기계로 대처하는 기술의 개발은 단순히 이루어질 수 없으며 깊은 연구가 병행되어야 가능하다. 본 연구에서는 알타리무 삭피장치 개발을 목적으로 물리적인 특성 구명을 하고자 하였다.

2. 실험 재료 및 방법

가. 실험 재료

본 실험에서 사용된 알타리무는 2001년 9월에서 11월까지 진주에서 생산된 것을 사용하였고, 구입 즉시 실험에 사용하였다.

* 경상대학교 생물산업기계공학과

나. 실험 방법

1) 기하학적 특성

알타리무의 기하학적 특성을 나타내는 측정항목은 뿌리부를 기준으로 그림1과 같이 정하였다. 각 시료는 약 3개월 동안 3회에 걸쳐 총 50개를 무작위로 추출하여 채취, 측정하였다.

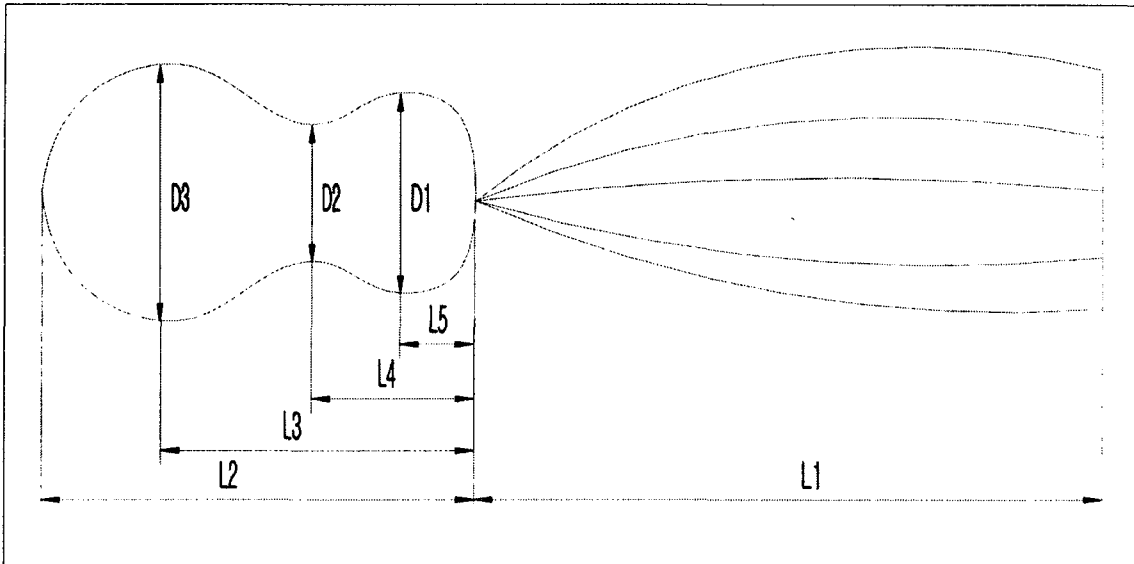


Fig. 1 Geometrical properties of altari-radish

L1 : Length of leaf

L2 : Length of body

L3~L5 : Distance to cross section

D1~D3 : Width of cross section

2) 기계적 특성

압축 및 인장 강도를 측정하기 위해 물성분석기(TA-XT2i, Stable Micro Systems)를 사용하였으며 그 제원은 표 1과 같다.

Table 1. Specification of texture analyser

Items	Specification
Size of test bed	280 × 395(mm)
Height of test bed	660 mm
Weight	20 kg
Distance capacity	250~0.1 mm
Distance resolution	0.0025 mm
Speed capacity	10~0.1 mm/s
Delay capacity	999999s~0.1s

① 함수율

측정 부위는 알타리무의 표면과 내부로 나누어 측정하였으며 표2는 시료의 건조에 사용된 조건을 정리한 것이다.

Table 2. ASAE S368.3

Oven temperature $\pm 1^{\circ} \text{C}$	Heating time(min)	Sample size(g)
130	70	10

② 압축강도

각 부위별로 매회 10개씩 3회 반복으로 수행되었으며, 힘-변형곡선에서 측정될 수 있는 기계적 특성들은 생물체 항복점, 파괴점 등이 있다. 본 연구에서의 압축실험은 평판 압축실험으로 수행되었으며, 하중재하속도는 ASAE S368.3에서 규정하고 있는 2.5~30mm/min의 범위 내인 30mm/min으로 하였다. 시편은 각 부위별로 직경 17.6mm, 길이 20mm인 원주시편을 채취하였다.

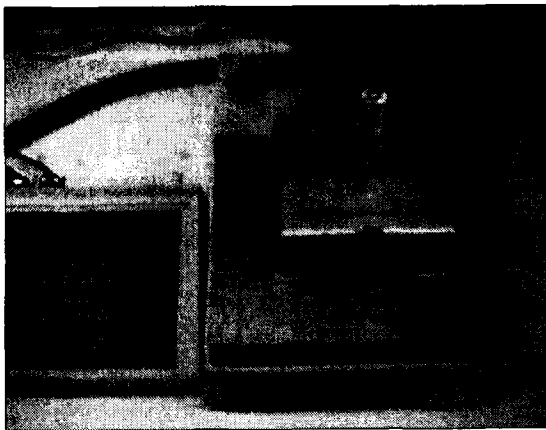


Fig. 2 The experimental equipment

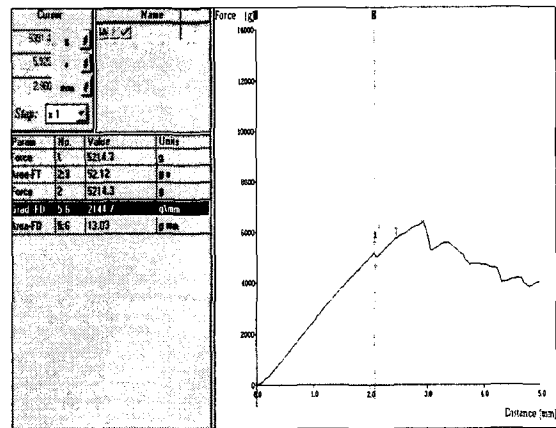


Fig. 3 Test results output on the window

③ 절단강도

고정용 블록을 사용하여 알타리무를 고정시키고 알타리무의 몸통과 뿌리부의 연결부분에 대해 매회 10개씩 3회 반복으로 실험하였으며 이 때 칼날의 두께는 3mm, 칼날각은 90°, 칼날이 통과하는 슬릿의 폭은 3.3mm이다. 하중재하속도는 ASAE S459에서 규정하고 있는 5mm/min으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 기하학적 특성

알타리무의 기하학적 특성을 표4에 정리하였다. 각 측정값의 편차는 직경보다 길이에서 매우 크게 나타났다. 형상 측정치의 최대값을 알아보면 몸통길이는 195.0mm, 최대직경은 59.8mm등이다.

Table 3. Size of altari-radish

Part Item	L1(mm)	L2(mm)	L3(mm)	L4(mm)	L5(mm)	D1(mm)	D2(mm)	D3(mm)
Max.	195.0	127.0	118.0	56.7	30.0	38.5	33.1	59.8
Min.	112.0	67.5	54.8	26.5	13.2	25.2	22.3	43.6
Average	143.5	94.3	82.8	39.4	20.7	33.2	29.9	48.2
Standard deviation	20.80	14.65	15.27	8.24	4.22	3.25	2.78	4.94

몸통부에 있어서 길이와 직경의 비를 살펴보면 표5와 같다.

Table 4. The ratios of body to the length(L2) and the diameter(D3)

Ratio Item	D2/D3	D1/D3	L3/L2	L4/L2	L5/L2
Max.	0.55	0.64	0.92	0.44	0.23
Min.	0.51	0.57	0.81	0.39	0.19
Average	0.62	0.68	0.87	0.41	0.21
Standard deviation	0.56	0.65	1.04	0.56	0.28

나. 기계적 특성

1) 함수율

알타리무에서 표면의 평균함수율은 80.52% rh이었고, 내부 쪽은 70.92% rh이었다.

2) 압축강도

알타리무의 몸통부에 대해 3부위로 나누어 측정 한 결과를 표5와 그림4에 나타내었다.

Table 5. Compressive force of altari-radish

Item	Compressive force(kgf)		
	D1	D2	D3
Max.	6.12	6.50	6.20
Min.	2.31	3.48	4.91
Average	4.66	4.87	5.58
Standard deviation	1.20	1.04	0.45

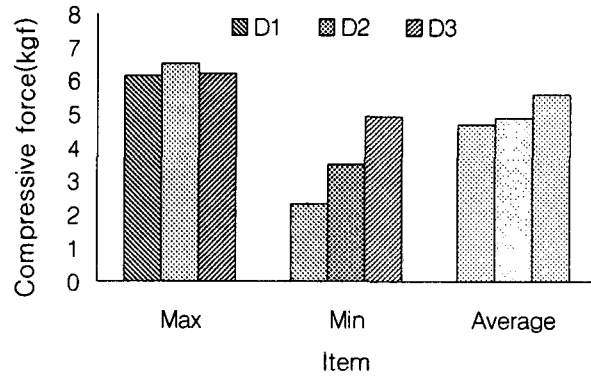


Fig. 4. Compressive force of altari-radish

알타리무의 몸통부에 대한 압축강도는 D1, D2에서는 편차가 크게 나타났으나 D3은 그다지 크지 않았다. 최대압축력은 D2에서 6.50kgf, 최소압축력은 D1에서 2.31kgf로 나타났다. 하지만 평균압축력은 D3에서 5.58kgf로 나타났다. 알타리무의 압축력과 거리와의 관계를 그림6에 표시하였다.

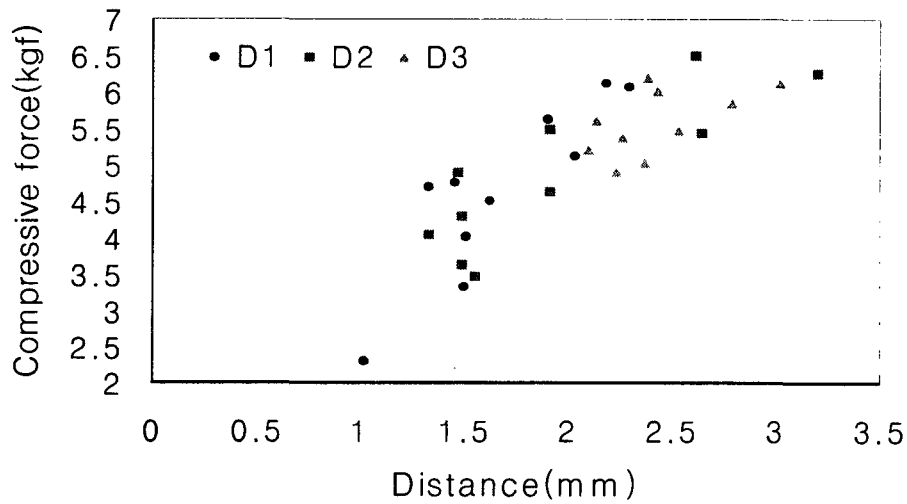


Fig. 5. Relationship between the distance and the compressive force of altari-radish

3) 절단강도

알타리무의 몸통부와 무청부의 연결부분에 대한 측정값을 표6과 그림6에 나타내었다.

Table 6. Cutting force of altari-radish

Item	Cutting force(kgf)	Distance (mm)
Max.	5.84	13.56
Min.	4.39	5.43
Average	5.14	8.59
Standard deviation	0.43	2.61

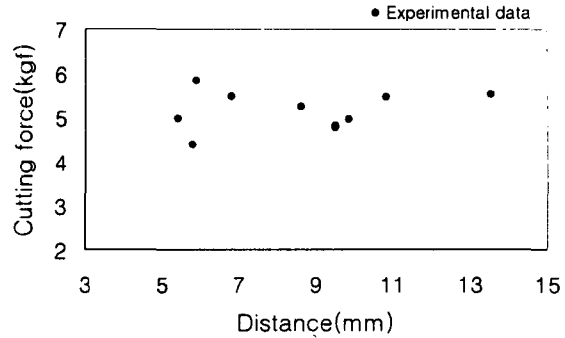


Fig. 6. Relationship between the distance and cutting force of altari-radish

최대 절단력은 5.84kgf이고, 편차는 그렇게 크지 않았다. 절단 거리에 대한 절단력을 비교한 결과 거리에 따라 절단력이 비례하지는 않는 걸로 나타났다.

4. 요약 및 결론

경남 진주시 일대에서 2001년 9월에서 12월 사이에 수확한 알타리무의 기하학적 및 물리적 특성을 측정된 결과를 요약하면 아래와 같다.

- 가. 동일한 지역에서 생산된 알타리무에서도 외형 및 물리적 특성의 차가 크게 나타났다. 특히 수확방법에 따라 알타리무의 외형에 손상이 생기는 것으로 나타났다.
- 나. 알타리무의 외형에 있어서 몸통부의 최대길이는 127.0mm, 최대직경은 59.8mm, 무청의 최대 길이는 195.0mm이다. 또한, 무청의 접합부와 몸통부의 중심부의 직경이 거의 비슷하므로 외형은 정확한 표주박형이 아닌 걸로 나타났다.
- 다. 몸통부에 대한 최대 압축력은 D2에서 6.50kgf로 나타났으나 평균적으로 D3에서 가장 큰 압축력을 나타내었다.
- 라. 알타리무의 몸통부와 무청의 접합부에 대한 최대절단력은 5.84kgf로 나타났고, 절단거리에 대한 절단력의 상관 관계는 거의 일정함을 보였다.

5. 참고문헌

1. 김만수, 박종민, 최동수 1992. 과실의 힘-변형 특성. 한국농업기계학회지 17(2) :156-170.
2. 정현모. 1999. 청과물의 기계적 특성에 관한 연구. 충남대학교 석사학위 논문.
3. ASAE. 1996. ASAE Standards. S368.3 MAR95.
4. ASAE. 1996. ASAE Standards. S459 FEB93.
5. Nuti N. Mohsenin. 1996. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach science publishers, N. Y.