

김치생산용 알타리무 전처리가공시스템 개발 (IV) - 시작기의 자동화와 평가 -

민영봉 김성태 정태상 강동현 문성원

Development of the Altari Radish Pre-Processing System for Kimchi Production (IV) **- Automation and Evaluation of the Prototype Machine -**

Y. B. Min S. T. Kim T. S. Chung D. H. Kang S. W. Moon

Abstract

An Altari radish pre-processing system, which feasible to process automatically such operations as leaf and root tail cutting and root peeling, for kimchi production was accomplished based on the foregone serial studies. In this study, the performances of the developed prototype machine, considered as a commercializing level, were analyzed and evaluated. The prototype machine attached Tiny PLC automatic control system was performed the sequent function as the rate of successful peeling was more than 98% for the Altari radish less than 70 mm diameter of a radish. The operating efficiency of this was 9 sec/each, 128 kg/h, and it means as much as 5~6 times that of a woman labor's. The sanitation and taste of the mechanized-processed Altari radish kimchi was almost same as that of the handmade. And they were suitable for manufactory of kimchi as the both short term ripening and storing kimchi. Developed machinery with one peeling device and two peeling devices that compared with hand processing, it was analyzed that the break-even yearly working days were 28 days and 19 days, and the break-even yearly processing amount were 28,700 kg, 32,400 kg, respectively.

Keywords : Altari radish, Automatic processing, Operating efficiency

1. 서 론

알타리무 김치는 재료의 전처리가공작업과 제조작업으로 이루어지며, 전처리가공은 무의 크기 및 신선도에 의한 선별, 잎이나 줄기 중 먹을 수 없는 부분의 제거, 무 삭파, 무청 절단, 뿌리끝부 절단, 재료의 세척 및 탈수 등의 과정을 거친다.

본 연구진은 김치생산용 알타리무 전처리가공시스템 개발에 관한 일련의 연구에서 알타리무의 물리적 특성을 구명하고(Kim, et al., 2004) 시스템을 구성하는 단위 장치에 관한 연구를 수행하여, 제1보 무청 및 뿌리끝부 절단장치(Min, et al. 2004), 제2보 평면형 삭파칼날의 최적형상(Min, et al. 2005), 그리고 제3보 삭

파장치의 개발(Min, et al. 2005)에 관하여 각각 보고한 바 있다.

본 연구에서는 이상에서의 결과를 종합하여 모든 기능들이 통합된 알타리무 김치제조공정 전처리가공의 전 작업이 자동화된 전처리가공시스템을 개발하여, 그 성능을 분석, 평가함으로써 개발된 시스템의 실용화 가능성을 검증하였다.

2. 재료 및 방법

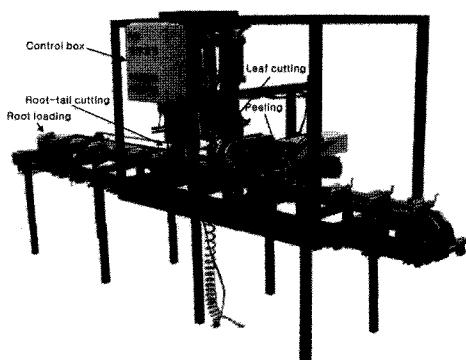
가. 시작기

알타리무 김치제조의 전처리 가공시스템은 선행연구의 결

This study was conducted by the research fund supported by Agricultural R&D Promotion Center (ARPC) and Institute of Agriculture and Life Science (IALS) of the Gyeongsang National University. This article was submitted for publication in April 2006, reviewed and approved for publication by editorial board of KSAM in March 2006. The authors are Y. B. Min, and S. T. Kim, Professor, D. H. Kang, and S. W. Moon Research assistant, Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, and T. S. Chung, Associate Professor, Jinju National University. The corresponding author is S. T. Kim, Professor, Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea; E-mail : <kimsungt@nongae.gnu.ac.kr>

Table 1 Specifications of the prototype of the Altari radish processing machine

Description	Specification
Dimension (W×L×H, mm)	3450×1100×1700
Radish moving chain	#60, Double pitch K1, Link No.186, Attachment 31
Radish moving motor	Break motor 60 W, 15 rpm (Linear speed 0.15 m/s)
Peeling cutter moving motor	15W, 50 rpm (Linear speed 0.19 m/s)
Peeling cutter	Cutter angle 20°, Width 42, Thickness 0.8
Radish rotating motor	15W, 12 rpm
Auxiliary rotating motor	15W, 12 rpm
Auxiliary rotating roller (mm)	50 (Diameter)×3 (tooth height)×7 (tooth width)

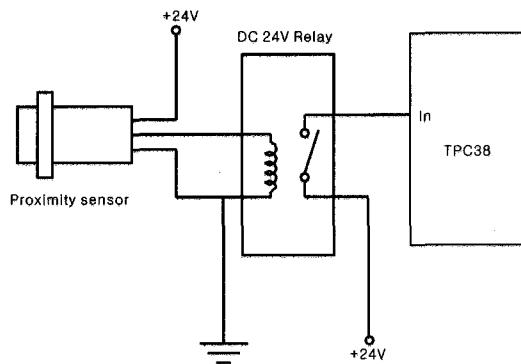
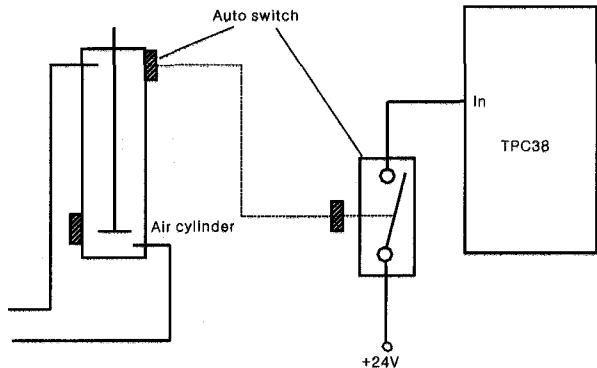
**Fig. 1** Prototype of the Altari radish processing machine.

파를 토대로 프레임, 이송장치, 무청 절단장치, 뿌리끝부 절단장치, 무 보조회전장치와 회전장치 및 삭파장치 등으로 구성하였다. 그림 1은 제작된 시작기이며, 표 1은 그 규격을 정리한 것이다. 전체적인 구조와 작동원리는 제1보에서 밝힌 바와 같으며, 각 단위 장치들의 구조와 작동원리는 제2보 및 제3보에서 보고한 내용과 같다. 따라서 본보에서는 그 작동 상황만을 사진으로 나타내었다.

나. 제어장치

알타리무 김치제조의 전처리 가공시스템은 규격을 요하지 않는 처리작업과정이 반복되는 것으로 시퀀스제어방식을 선택하였으며, 제어기는 프로그램을 수정할 수 있는 PLC방식으로 하였으며, 이때 문제점이 발견되면 마이크로프로세서 방식을 도입하고자 하였다. 알타리무 공급이송장치와 삭파장치를 독립적으로 또는 조합하여 수동운전과 자동운전을 할 경우 입·출력 접점이 각각 30개 미만이므로, 이에 적합한 PLC 종류로는 Comfile Technology사의 반도체형 TPC-38 CPU을 선정하였다. Base board와 보조기능 모듈의 회로를 조합한 제어장치는 Comfile Technology사에서 규격품으로 제작하여 판매하는 일체형 PLC 제품인 SB-65R을 사용하였다.

그림 2는 근접센서의 신호의 입력회로도이다. 근접센서는

**Fig. 2** Input circuit of proximity sensor.**Fig. 3** Input circuit of air cylinder for auto switch.

무가 이송되어 가공위치에 정확하게 정지할 수 있도록 하기 위한 무받이 감지, 무 회전장치가 무청을 잡고 회전시킬 때 삭파 시작점과 정지점의 감지를 위하여 사용하였다. 근접센서 입력회로는 감지대상이 근접센서의 정면위치에 오면 근접센서의 출력이 ON되어 DC릴레이 접점을 ON 상태가 되도록 하며, 감지대상이 근접센서 정위치에 없으면 릴레이 단자를 개방하도록 구성하였다. 즉, 근접센서에 입력된 신호는 DC 릴레이를 통하여 PLC의 입력단자로 입력하도록 하였다.

그림 3은 실린더의 가동여부를 확인하기 위한 리미트스위치의 입력회로도를 나타낸 것이다. 공압실린더를 구동하는 솔레노이드밸브를 ON/OFF하면 공압실린더가 상하(왕복)동

작을 하게 되는데, ON했을 때 실린더가 상부로 밀려나면 상부측 리미트스위치가 ON 작동하게 되고, 솔레노이드밸브를 OFF 하면 하부측 리미트스위치가 작동하게 된다. 이 리미트스위치 접점을 CPU에서 읽어 들여 각각의 작업 종료 또는 다음 작업을 실행하기 위한 신호로 이용하였다. 이 접점입력 방식은 무의 유무감지를 위한 마이크로스위치 접점입력 회로에 동일하게 이용하였다.

그림 4는 실린더 구동을 위한 회로도를 나타낸 것이다. 실린더는 자동과 수동 두 가지 방법으로 작동하도록 하였다. 자동의 경우 PLC에 의해 실린더의 작동신호가 출력되면 솔레노이드밸브 작동 DC 릴레이를 작동시켜 에어실린더를 가동하도록 하였으며, 수동의 경우는 셀렉터스위치를 이용하여 솔레노이드밸브가 작동하도록 하였다.

그림 5는 전동기 구동회로에 대해 나타낸 것이다. 전동기 구동회로는 실린더의 구동회로와 같이 PLC의 24V 출력에 의해 DC 릴레이가 작동하게 되고, 릴레이의 작동에 의해 모

터가 작동되도록 하였다. 수동은 셀렉터스위치를 이용하여 +24V의 전압을 입력시켜 구동하도록 하였다. 이상과 같이 구성한 제어장치는 작업자가 기계의 전원을 넣고, 알타리무를 무반이 위에 올려놓으면 무는 이동하면서 뿌리꼬리 및 무청 절단 및 삭파 후 세척용기로 낙하하는, 모든 과정이 자동으로 이루어지도록 프로그램 하였다.

다. 시험 방법

1) 작업성능

시험에 사용한 재료는 2004년 6월 10일에서 22일 사이에 수확된 평강 알타리무를 경남 진주시 농산물도매시장에서 구입하여 사용하였는데, 알타리무의 부위별 평균값은 각각 뿌리부의 길이 94.3 mm, 머리부분의 직경 33.2 mm, 그리고 껍질의 두께는 2 mm이었다.

시작기는 1조삭파장치를 탑재한 것을 기준으로 분석하였는데, 기계의 성능검사에서는 1명의 작업자가 기계를 가동시키고 알타리무를 무반이에 올려놓으면 무청절단, 뿌리꼬리절단 및 삭파가 연속으로 이루어지도록 프로그램을 입력하였을 때, 기계의 작동상 문제점, 작업능률, 작업성공율 등을 조사하였다.

시작기는 선행의 연구에서 구명된 적정조건으로 삭파칼날의 칼날각 20°, 칼날홈 간격 3.3 mm로 하였다. 삭파칼날은 체인벨트에 76.2 mm 간격으로 9개를 부착하여, 삭파칼날의 선속도를 0.19 m/s로 일정하게 하여 초당 2.5개의 칼날에 의해 무가 연속적으로 삭파되게 하였다.

2) 전처리기계가공 알타리무의 김치 맛 검사

김치 맛 검사에 사용한 알타리무는 위에서와 같은 것이었으며, 재료의 삭파 전 무게 10 kg씩 김치를 담그어 3회에 걸쳐 김치 맛 검사를 실시하였다. 재료인 알타리무는 뿌리부를 세척한 것(washed only), 주방용 칼로 긁은 것(scraped manually), 기계로 깎은 것(peeled on machine) 등, 3종류로 하였다.

시험용 김치는 조제 후 김치냉장고에 넣어 5일간 숙성 후 1차 관능검사(sensuous test)를 실시하고, 그 5일, 10일 뒤에 기 냉장된 김치에 대한 관능검사를 2회 추가로 실시하였다. 검사자는 20대 남녀 각 3명, 50대 남녀 각 2명으로 도합 10명으로 하였다. 검사용 김치들을 각각 1접시씩 식별번호를 붙여 3조의 검사대위에 놓고, 검사자는 물로 입을 헹군 다음 김치를 살펴보고 임의 순서로 썰밥과 함께 김치의 맛을 본 다음 설문지에 답을 하도록 하였다.

3) 기계화 작업의 경제성 분석

기계와 인력의 성능을 비교하고 또 기계 이용 시 경제성을

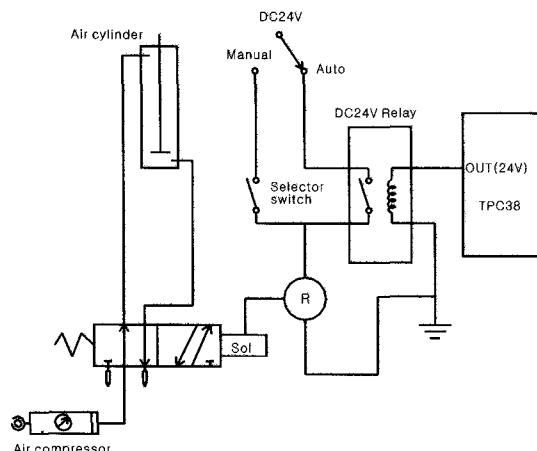


Fig. 4 Output circuit of air cylinder.

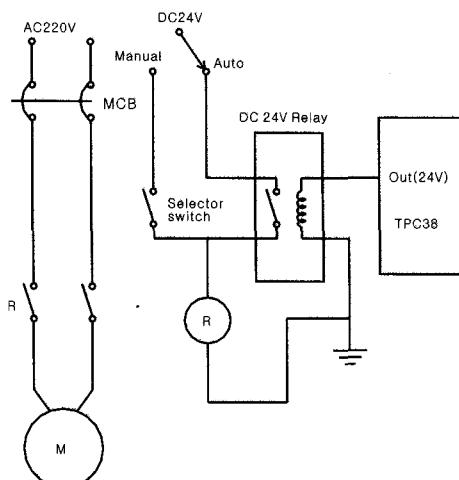


Fig. 5 Output circuit of AC motor.

분석하기 위하여 실시한 것으로, 전처리기공능력은 위에서와 동일한 알타리무를 사용하였으며, 기계에 의한 전처리기공과 관행 인력에 의한 가공 시의 작업속도(개수/분/인)와 작업능률(kg/시간)을 조사하여 자료로 활용하였다. 경제성분석에서 알타리무 삭파기계의 예정판매가격은 1조삭파식의 경우 2천만 원, 2조삭파식의 경우 2천5백만 원, 내구연한은 5년, 일일 작업시간은 두 경우 각각 8시간, 작업속도는 관행 인력방법에 대비하여 1조삭파식은 6배, 2조삭파식은 10배로 하여 계산하였다.

경제성 분석에서는 고정비로 감가상각비, 수리비 및 이자률, 그리고 변동비로 인건비와 전기료를 각각 산출하여 인력의 경우와 비교하였으며, 년간작업일수에 따른 단위 무게당 가공비용을 기계이용과 인력가공의 경우로 구분 계산하여, 년간작업일수와 가공처리량의 손익분기점을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 자동화 일관 가공기계

선행 연구의 제 장치를 통합하여 자동화한 알타리무 김치제조의 전처리기공기계의 작동 상황을 각각의 그림으로 나타내었다. 그림 6과 그림 7은 제1보에서의 전체 장치(그림 1) 가운데, 무청 절단장치(그림 2)와 뿌리끝부 절단장치(그림 3)에 의하여 재료가 가공되는 것을 나타낸 것이다.

그림 8은 무의 삭파와 무청의 절단을 원활하게 하기 위하여 무청절단장치(제1보 그림 2)직전에 설치된 무 회전장치(제3보 그림 2)의 작동을 나타낸 것이며, 그림 9는 회전보조장치

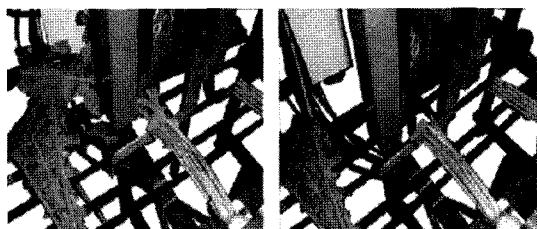


Fig. 6 Leaf cutting shape on the device.

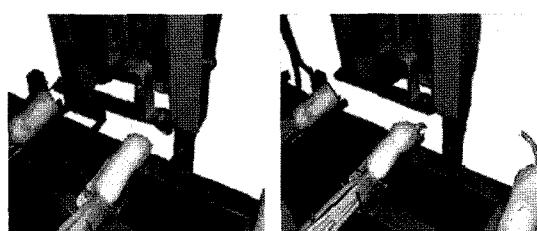


Fig. 7 Root-tail cutting on the device.

가 설치된 삭파장치에 의하여 알타리무가 삭파되는 광경을 나타낸 것이다.

나. 작업성능

알타리무 김치제조 전처리기공기계의 무청 및 뿌리끝부 절단작업의 단위기계의 속도는 3초/개로 연속작업이 가능하였으나 삭파작업의 단위기계의 최적 작업속도가 9초/개로 삭파작업의 작업속도가 기계전체 작업속도를 지배하였다.

표 2는 기계가공과 인력가공의 작업능률을 정리한 것이다. 인력에 의한 무청절단, 뿌리끝부절단 및 삭파의 작업소요시간은 44초/개이었는데 비해 자동화 전처리기공기계의 경우에는 9초/개로 인력의 5배의 작업속도를 나타내었으며, 시간당 처리량은 128 kg으로 인력에 의한 처리량 21 kg의 6배 이상의 성능을 나타내었다. 이 때 전처리기공기계의 가공성공율은 98%이었는데, 작업실패의 내용은 순차작업 라인 상에 인력공급 실수와 삭파불량이 각 1%로 나타났으며, 무청이나 뿌리끝부의 절단작업의 실패율은 전무하였다.

시작기의 삭파작업 정도(精度)를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 삭파가능한 뿌리표면기울기

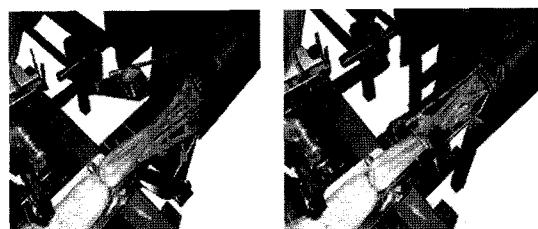


Fig. 8 Radish rotating on the device.

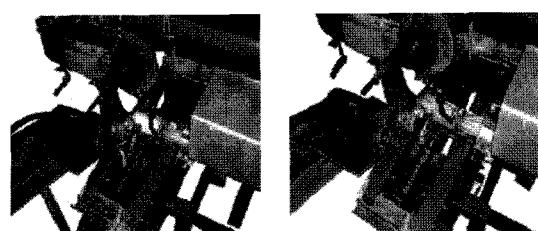


Fig. 9 Peeling features on the device.

Table 2 Comparison of the processing efficient

Item		Time required (sec/each)	Efficiency (kg/day)
Automaton	Serial operating	9	1,024
Manual, with one labor	Peeling	40	171
	Leaf cutting	2.5	
	Root tail cutting	1.5	
	Total	44	

삭파가능한 뿌리표면기울기는 머리부분에서 -65° , 꼬리부분에서 45° 정도인 거의 모든 알타리무의 삭파가 가능하였다. 그 이유는 삭파칼날은 자루가 스프링판으로 되어있고 칼날프레임의 중심 수평면을 기준으로 상하 45° 씩 움직일 수 있는 구조로 만들어서, 무의 머리부분에서 꼬리부분으로 삭파할 때 칼날의 작용 폭이 매우 커지기 때문으로 사료된다. 따라서 우리나라에서 생산되는 알타리무는 98% 수준에서 최대직경이 70 mm 이하이며 평균직경은 49 mm으로(Kim, et al., 2004), 뿌리표면의 최대기울기가 $45\pm10^{\circ}$ 이기 때문에, 시작기의 삭파장치로 모든 시험 재료의 머리부와 꼬리부의 삭파가 가능한 것으로 판단된다.

2) 완전삭파율

뿌리부의 회전속도를 균일하게 하기 위하여 보조회전장치를 작동하여 삭파한 경우에 직경 70 mm 이하인 무의 삭파가 잘 이루어 졌다. 가공라인 상에서 삭파장치까지 이송된 알타리무의 삭파성공율은 약 99%로, 선행연구(Min, 2005)에 사용했던 삭파장치보다 1% 낮게 나타났는데, 이는 뿌리와 무청 연결부의 불량가공과 무의 이송 및 회전불량에서 기인한 것으로 판단된다.

3) 삭파깊이

무 회전수를 12 rpm으로 고정하고 최대삭파깊이를 1.5 mm로 설정한 경우, 직경 30 mm와 70 mm인 무의 최소삭파깊이는 각각 1.12 mm와 0.47 mm이었으며, 전체 시료의 평균 최소삭파깊이는 0.82 mm로 나타났다. 기계삭파에 의한 무게 감

Table 3 Sensuous test results of the Altari radish kimchi (after 5 days ripening)

Items and evaluation	Washed only	Scrapped manually	Peeled with machine
1. Appearance	Good	0	30
	Fair	18	0
	Poor	12	0
2. Taste	Good	9	15
	Fair	15	3
	Poor	6	12
3. Masticating	Good	0	30
	Fair	12	0
	Poor	18	0
4. Hot-taste	Good	12	9
	Fair	6	15
	Poor	12	6

5. Note: Difficult to distinguish hot-pepper taste from general taste - 80%

소율은 1.2%이었는데, 이것은 인력삭파로 전용 삭파칼을 사용했을 경우의 무게 감소율 1.0%보다는 약간 높았으나 일반 주방용 칼 사용시의 무게 감소율 1.6%보다는 낮게 나타났다.

4. 전처리기계가공 알타리무의 김치 맛

표 3은 알타리무 뿌리부를 물로 세척한 것, 주방용 칼로 긁은 것, 그리고 기계삭파한 것으로 각각 김치를 담가 5일간 숙성시킨 후 3회에 걸쳐 실시한 관능검사의 결과를 종합한 것이다. 숙성기간이 5일, 10일 및 15일인 김치의 품질을 검사하였으나 숙성기간 10일과 15일의 것은 제품간 구분이 이루어지지 않았는데, 이는 김치가 완전 숙성되고 난 후에는 외관이나 재료의 가공방법에 따른 맛의 구별이 힘들었기 때문으로 생각된다.

알타리김치의 관능검사 결과, 기계삭파한 것은 외관과 맛 및 씹는 질감(masticating)에서 가장 높은 평가를 받았으며, 또한 기계삭파 김치의 씹는 질감을 “양호”로 응답한 사람 중 82%가 20대였다. 따라서 인스턴트 식품에 익숙해져 가는 20 대를 우리 식품으로 회귀시키기 위한 하나의 방법으로, 상품용 알타리김치는 뿌리표피를 깎아서 만든 것이 그들의 기호에 맞을 것이며, 그 맛의 정도는 숙성온도와 기간, 저장온도와 기간에 따라 결정될 것이므로, 이에 대한 보다 깊은 연구가 있어야 될 것으로 사료된다.

알타리무의 삭파방법에 따른 김치의 매운 맛의 구별이 어려웠던 것으로 나타났는데, 이는 김치의 특성상 그 맛은 재료의 고유한 맛에 양념의 종류와 조제, 그리고 김치의 숙성과 저장 방법에 따라 다양하게 나타나기 때문으로 판단된다.

이상에서 기계가공 알타리무는 위생 및 김치 맛에서 수가 공의 것과 차이가 없고, 단기 숙성 및 저장 김치로나 공장생산용 김치로써 적합한 것으로 판단되며, 김치공장의 단기 조제에 의한 경비절감 측면과 뿌리부의 청결가공 측면 등을 함께 고려하여, 김치용 알타리무는 기계삭파가 바람직한 것으로 판단된다.

5. 기계화 작업의 경제성 분석

김치담그기 전 처리의 기계화가 가능한 전처리가공작업은 무청 절단, 뿌리끝부 절단 및 삭파작업 등인데, 작업순서에 따라 전처리가공기계를 구성하면 무청 및 뿌리의 절단작업과 삭파작업은 동시에 이루어지며, 작업시간은 단위 삭파기계의 삭파시간과 같아서, 연속작업 시에는 단위작업을 분리하여 기계화 할 때보다 작업능률이 2배정도 우수한 것으로 나타났다. 또 삭파기계가 1조일 경우의 삭파속도는 사람이 작업라인에 무를 공급하는 속도에 비해 너무 느렸으므로, 삭파기계를

2조 설치하면 작업효율을 1.8배정도 올릴 수 있는 것으로 검정되었다. 따라서 시험에는 삽피기계 1조를 설치한 1조삽피식과 2조를 설치한 2조삽피식을 이용하였다.

표 4는 경제성 분석용 자료이다. 알타리무 삽피기계의 예정 판매가격은 1조삽피식의 경우 2 천만 원, 2조삽피식의 경우 2천5백만 원으로 결정하였으며, 내구연한은 5년, 일일 작업시간은 8시간, 작업속도는 관행 인력방법에 대비하여 1조삽피식은 6배, 2조삽피식은 10배로 하여 분석하였다.

표 4에서 고정비인 감가상각비, 수리비 및 이자는 기계의 내구연한을 5년 즉 1825일, 수리비는 구입가격의 5%, 이자는 연 4%를 기준으로 하여 산출한 것이다. 그리고 변동비인 인건비는 노동의 강도가 크지 않은 경우이므로 여자 1인의 평균 임금인 일당 32,082원을 기준으로 하였다. 그리고 전기료는 다음의 식으로 산출하였다.

$$\begin{aligned} \text{전기료(원/시간)} &= \{\text{기본료 } 1100\text{원} \times (\text{계약전력 } 1\text{kW}) \times 12\text{개월} \\ &\quad /(\text{연간사용시간})\} + \{\text{사용료 } 37.8\text{원/kWh} \times \\ &\quad (\text{년간사용전력량}) / (\text{연간사용시간})\} \end{aligned}$$

그리고 경제성 분석에 사용된 계산식은 다음과 같다.

(1) 연간작업일수에 따른 단위 무게당 가공비용

$$\begin{aligned} ① \text{ 기계가공비용} &= (\text{년간고정비} + \text{년간변동비}) / \text{년간작업량} \\ &(\text{원/kg}) = \{\text{고정비}(원/일) \times 365 + \text{변동비}(원/일) \times \text{년간작업일수}\} / \{\text{년간작업일수} \times \text{작업능률(kg/일)}\} (\text{원/kg}) \\ ② \text{ 인력가공비용} &= \text{인건비}(원/일) / \text{인력작업능률(kg/일)} = \\ &32,082 / 171 = 188(\text{원/kg}) \end{aligned}$$

(2) 손익분기 년간작업일수

$$\begin{aligned} &= \text{고정비}(원/일) \times 365 / (1\text{인} \times \text{인력가공 비용} \times \text{기계작업능률}) / \\ &\quad \{\text{인력작업능률} - \text{유동비}(원/일)\} \end{aligned}$$

그림 10은 인력작업과 기계작업의 경우 년간작업일수에 따

Table 4 Data for cost analyses

Items	1 peeling device	2 peeling devices	Custom (manual)
Purchase cost (000 won)	20,000	25,000	0
Durability (year)	5	5	0
Working time (hr/day)	8	8	8
Fixed cost (won/day)	Depreciation	11,000	13,700
	Repair cost	550	690
	Interest	440	550
Total	11,990	14,940	
Variable cost (won/day)	Wages	32,082	32,082
	Elec-power	6,000	0
	Total	38,082	32,082

른 알타리무 단위무게당 소요비용을 나타낸 것이다. 인력작업은 1일 고용 가능한 여성인력을 대상으로 하였기 때문에 소요비용이 고정되며, 기계작업은 년간작업일수가 증가할수록 고정비의 절감효과가 되어 소요비용이 급격하게 줄어드는 것으로 나타났고, 2조삽피식이 1조삽피식보다 작업속도가 빠르기 때문에 소요비용이 작게 나타났다.

기계작업의 소요비용곡선과 인력작업의 소요비용곡선이 만나는 점이 손익분기가 되는 년간작업일수로서 전향에서 제시한 계산식으로도 계산된다. 1조삽피식과 2조삽피식에 대한 손익분기 년간작업일수는 각각 28일과 19일로 구해졌다. 1조삽피식을 이용할 경우 년간 28일 이상, 2조삽피식의 경우 년간 19일 이상 알타리무 가공작업을 하면 인력을 이용한 가공비용보다 기계이용가공비용이 줄어들게 된다. 기계 내구년수를 5년으로 하였기 때문에 손익분기가 되는 연속가공일수는 1조삽피식의 경우 140일, 2조삽피식의 경우 95일이 된다. 만약 가공물량이 많은 김치공장의 경우 1년에 140일 이상 기계를 이용하면 인력이용보다 이익이 된다.

이상에서 삽피장치를 1대 부착한 1조삽피식과 2대 부착한 2조삽피식 알타리무 전처리기공기계의 작업능률은 각각 128 kg/h 및 213 kg/h로 나타났고, 인력의 작업능률은 21 kg/h로 나타났다. 기계의 내구년수는 5년, 1조삽피식과 2조삽피식의 판매예정가격은 각각 20,000천원 및 25,000천원으로 하여 알타리무 가공기계의 경제성 분석 결과 인력이용에 비교한 손익분기 년간작업일수는 각각 28일과 19일로 나타났다. 조사된 우리나라 김치공장에서의 알타리김치 1일 가공량은 200~500 kg이었고, 가공기간은 3개월 이상인 경우가 대부분이었으며, 년간 가공량은 18,000~45,000 kg이었다. 그런데 기계를 도입할 경우 손익분기가 되는 년간 가공량은 1조삽피식의 경우 28,700 kg, 또 2조삽피식의 경우 32,400 kg으로 계산되었다. 따라서 경제적 측면에서 본 연구에서 개발된 기계의 사용으로 가능한 김치공장의 알타리무 년간가공물량은 30 ton/대 정도로 판단된다.

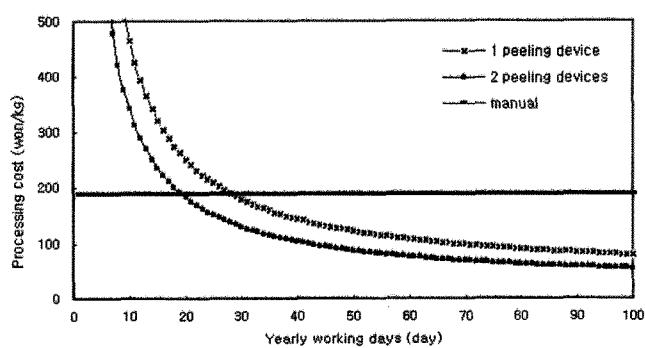


Fig. 10 Processing cost per unit weight according to the yearly working days

4. 결 론

참 고 문 헌

알타리무의 김치 담그기 전처리가공작업인 무청절단, 뿌리 끝부절단 및 삭파의 일관 자동화 작업이 가능한 알타리무 전 처리 가공기계를 상품화 가능한 수준으로 개발하였다. 시작 기를 제작하고 그 성능을 분석하여 실용화 가능성을 검증한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) Tiny PLC를 이용한 자동제어장치를 부착한 알타리무 전 처리가공기계 시작기는 전과정에 걸쳐 자동화 작업이 가능하였다.
- (2) 시작기의 성능시험 결과, 작업속도는 9초/개, 가공성공율은 98%, 작업능률은 128 kg/h로, 인력의 5~6배의 작업 능률을 나타내어, 전처리가공성능은 매우 양호하였으며 최대직경 70 mm이하인 국산 알타리무의 전처리가공은 아주 우수하였다.
- (3) 기계가공 알타리무를 이용한 김치는 위생 및 맛에서 수가 공한 것과 차이가 없었으며, 단기 숙성 및 저장용이나 공장생산용 김치로써도 적합한 것으로 판단되었다.
- (4) 시작기의 1대당 손익분기 년간작업일수는 1조삭파식의 경우 28일, 2조삭파식의 경우 19일이었으며, 손익분기 년간가공량은 각각 28,700 kg과 32,400 kg으로 나타났다.

1. Kim, S. T., Min, Y. B., and Jung, H. S. 2004. Development of a peeling machine for Altari radish (I) -Physical properties of the Altari radish-. Journal of Biosystems Engineering published by KSAM 29(1):29-36. (In Korean).
2. Min, Y. B., Kim, S. T., Kang, D. H. and Chung, T. S. 2003. Determination of optimum cutter shape for peeling Altari radish. Journal of KSAM 28(5):421-428. (In Korean).
3. Min, Y. B., Kim, S. T., Kang, D. H., Chung, T. S. and La, W. J. 2004. Development of the Altari radish pre-processing system for kimchi production (I) -Leaf and root tail cutting equipment-. Journal of Biosystems Engineering published by KSAM 29(5):451-456. (In Korean).
4. Min, Y. B., Kim, S. T. and Kang, D. H. 2005. Development of the Altari radish pre-processing system for kimchi production (II) -Optimum cutter shape for plane peeling-. Journal of Biosystems Engineering published by KSAM 30(3):161-165. (In Korean).
5. Min, Y. B., Kim, S. T. and Chung, T. S. 2005. Development of the Altari radish pre-processing system for kimchi production (III) -Development of the peeling device-. Journal of Biosystems Engineering published by KSAM 30(3):161-165. (In Korean).