

매실 씨 및 과육 분리기 개발 및 연구

박우준¹, 양규원², 김혁주^{1*}, 이상윤¹, 정보라¹, 김정실¹
¹순천대학교 산업기계공학과, ²경북대학교 생명산업기계공학과

Development and Study of Separator for Plum and Pulp

Woo-Jun Park¹, Kyu-won Yang², Hyuck-Joo Kim^{1*},
Sang-Yoon Lee¹, Bo-RA Jung¹, Jung-Sil Kim¹

¹Department of Industrial Mechanical Engineering, Suncheon National University

²Department of Bio-industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University

요약 매실 장아찌를 만들기 위해서는 매실 세척, 소금물 침지, 씨 및 과육 분리, 불순물 제거, 설탕 절임의 과정을 필요로 한다. 대부분의 농가에서 매실 씨 및 과육 분리 작업이 수작업으로 진행되어 이에 많은 노동력을 필요로 하며 이로 인해 매실 장아찌의 가격이 비싸다. 이를 해결하기 위해서 자동식, 반자동식 매실 씨 및 과육 분리기를 설계 및 제작하였다. 설계 과정에서 일반 매실과 소금물 침지 매실 간의 물성 비교, 매실의 자세와 칼날 종류, 형태에 따른 최대 압축력 및 회수율을 비교하였고 제작 후 현장 시험을 통해 작업성능을 파악하였다. 그 결과, 매실에 드는 힘을 최소화 하기 위해서 자동식 기계의 경우 매실을 180도로 정렬하고 6개의 역방향 칼날을 사용하였다. 그리고 반자동식 기계의 경우 매실을 180도로 정렬하고 6개의 칼날을 사용하였다. 앞선 조건에서 과육 회수율은 각각 68%, 57%의 과육 회수율이 나타났으며 작업성능은 각각 80kg/h, 62kg/h로 나타났다. 본 연구 결과를 통해 매실 장아찌 작업공정의 기계화를 통해 기존에 비해 노동력 절감이 이루어지고 이를 통해 매실 장아찌의 시장가치를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract The production of plum jangachi requires the cleaning of plums, immersion in saltwater, separation of seed and pulp, removal of impurities, and addition of sugar. In most farms, the separation of plum seed and pulp is carried out manually, requiring considerable labor, which is why plum jangachi is expensive. To solve this problem, this study designed and manufactured automatic, semi-automatic plum seed and pulp separators. During the design process, the characteristics were compared, and the machine power was determined through on-site test after manufacture. As a result, automatic machines used plums 180° arrayed and six reverse-edged blades, semi-automated plums 180° arrayed, and six blades, each with a 68% and 57% pulp recovery rate and a machine power of 80 kg/h and 62 kg/h respectively. Overall, the mechanization of plum processed food will reduce labor and increase the market value of plums compared to the previous method.

Keywords : Automatic, Plum, Productivity, Seed remover, Semi-automatic

1. 서론

매화나무는 우리나라, 일본, 중국 등에 분포하는 장미과에 속하는 낙엽 활엽교목으로 이 매화나무의 핵과를

매실(*Prunus mume* Sieb. et Zucc)이라 한다[1]. 매실에는 구연산(citric acid), 사과산(malic acid), 수산(oxalic acid), 타타르산(tartaric acid), 호박산(succinic acid) 등 다양한 유기산이 다량 함유되어 있

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농생명기술개발산업의 지원을 받아 연구되었음(316009-5)

*Corresponding Author : Hyuck-Joo Kim(Suncheon National Univ.)

email: agrihj@suncheon.ac.kr

Received January 5, 2021

Revised January 25, 2021

Accepted February 5, 2021

Published February 28, 2021

고, 항산화 물질의 주된 성분은 루틴(rutin)으로 알려져 있다[2~3].

이렇게 영양학적으로 우수한 특징을 지닌 매실은 다 른 과실처럼 생과로 섭취하기보다는 가공하여 섭취하는 가공 전용 과실로써 생산되는 전체량이 대부분 가공용으로 사용되고 있다[4]. 우리나라에서 판매되고 있는 매실 가공품은 주로 매실주, 매실음료, 매실엑기스 등과 같이 매실 원액이나 매실 음료로 섭취를 하고 있으며 그 외에는 매실 장아찌, 장류, 캔디 등 다양한 형태로 제조 및 판매되고 있다[5]. 그중에서 장아찌의 영양 성분에서는 지방은 거의 없으면서 섬유소와 비타민, 무기질이 풍부하고 발효 숙성 과정에서 각종 유기산과 알코올 성분이 생성되어 식용을 증진시키며 체내에 유익한 젖산균도 풍부해 제철 채소류를 중심으로 가정에서 담가 부식뿐만 아니라 겨울철 부족한 비타민과 무기질 등의 영양소를 보충해 주는 밑반찬으로서 애용되고 있다[6]. 매실 장아찌를 만들기 위해서는 매실 세척, 씨 및 과육 절단, 절단된 과육 소금물 침지, 불순물 제거 및 설탕 절입의 과정이 필요하다.

이 과정에서 매실 씨 및 과육 분리 과정에서의 대부분의 농기는 인력에 의존하여 많은 노동력을 필요로 하고 있어 매실 장아찌의 가격이 다소 높게 책정되어 있다. 따라서 본 연구에서는 농가 보급형 매실 씨 및 과육 분리기 개발을 통해 기존의 매실 장아찌를 만드는 노동력을 절감하며 매실 가공식품의 시장가치를 높이고자 한다.

매실 씨 및 과육 분리기 개발에 앞서 기존의 선행연구를 통해 자동식 매실 씨 및 과육분리기를 개발[7]하였으며 이를 바탕으로 반자동식 매실 씨 및 과육 분리기를 개발하였다. 개발을 위해 매실의 물성(기하학적 특성) 및 칼날의 형태와 수, 매실의 자세에 따른 최대 압축력을 측정하였으며 또한, 매실 장아찌를 만드는 과정에서 소금물로 절인 매실로도 씨 분리를 하게 된다는 사실을 알게 되어 소금물에 절인 매실의 물리적 특성(기하학적 특성)과 매실의 자세, 칼날의 수 및 형태에 따른 경도(최대 압축력) 또한 측정하였으며 위의 결과를 바탕으로 매실 씨 및 과육 분리기에 장착할 칼날의 수와 형태를 선정하였다. 매실 과육을 냉동 건조하여 매실 과육 내부의 조직검사를 통해 비교 분석하였다.

따라서 본 연구에서는 기존의 매실 장아찌를 만들기 위한 매실 씨 및 과육 분리 과정에서의 노동력 절감을 통한 인건비 절약을 위해 매실 씨 및 과육 분리과정을 기계화하고 매실 생과와 소금물에 침지한 매실간의 물성 및 과육 조직을 비교하여 개발한 매실 씨 및 과육 분리기

에 하중이 덜 드는 방식을 채택하기 위해 연구하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험 재료

본 실험에 사용한 매실(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)은 전라남도 순천시에 소재하고 있는 (주)순천엔 매실에서 채취한 남고(Namko) 품종을 구입하여 사용하였다. 소금물 침지를 위해 사용된 소금은 시판 소금(CJ 주식회사)을 사용하였다. 소금물의 비율은 물 5L를 기준으로 하여 9, 12, 15%로 맞추어 소금물을 만들었으며 10℃로 각 9, 12, 15시간으로 나누어 냉장 보관했다.

2.2 매실 씨 및 과육 분리장치

2.2.1 자동식 매실 씨 및 과육 분리장치

본 연구에서 개발한 자동식 매실 씨 및 과육 분리 장치의 구조 및 제원은 Fig.1이다. 자동식 매실 씨 및 과육 분리기의 크기는 800(W)* 2174(L)*1030(H) mm이다. 자동식 매실 씨 및 과육 분리기의 작업 공정은 Fig.2이며 매실 투입, 매실 운반, 자동 매실 정렬, 매실 편칭, 매실 씨 및 과육 분리, 분리된 과육은 자동으로 배출되는 형태로 배추 및 분리의 과정이 진행된다. 매실 씨 및 과육 분리기의 작동은 모터(K91P180FC)를 사용하고 제네바 기어를 통해 구동되며, 체인을 이용하여 이송 동력을 전달한다.

매실의 공급은 수동으로 호퍼 내부에 공급되며 매실을 날개로 1개씩 4조의 컨베이어 공급판을 통해 매실 베드로 공급되도록 하였으며 호퍼부 후면에 공압 실린더(AQ2L32-40DM, ϕ 32mm)를 부착하여 주기적으로 호퍼를 작동시켜 매실이 컨베이어에 올라타도록 하였다.

매실의 정렬 장치는 컨베이어를 통해 투입된 매실에 회전력을 발생시켜 직립할 수 있도록 하였으며 구동방법은 원형 4개의 24V 구동 DC 모터와 고무벨트로 10개의 V형 롤러를 회전시키도록 구성하였다.

4개의 매실이 배치되고 편칭과 씨 및 과육 분리는 연속적으로 이루어지며 공압 실린더(TGQL63-75, ϕ 63mm)를 사용하여 작업이 이루어지도록 하였으며 칼날을 상단에 위치해 실린더가 내려가면서 매실의 씨 및 과육이 분리된다. 씨 및 과육 분리 장치의 상승 하강은 근접센서(HYP-30S15NA) 신호를 검출하여 공정별 작업을 확인하고 작업을 진행하게 하였다.

씨 및 과육 분리 장치를 통해 분리된 씨는 매실 씨 분리 판을 통해 씨가 분리되며 과육은 매실 홀딩 플레이트를 통해 과육 출구판으로 운반되어 매실 씨와 과육이 분리된다.

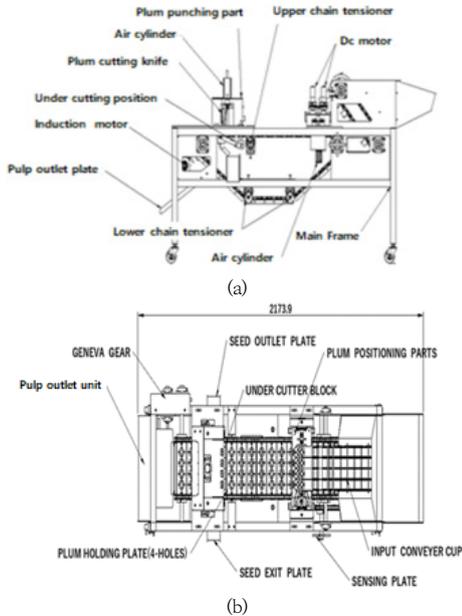


Fig. 1. Design of automatic plum seed separator
(a) Top view of the automatic plum seed separator
(b) Front view of the automatic plum seed separator

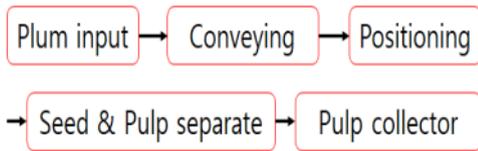


Fig. 2. Processes of automatic plum seed separator

2.2.2 반자동식 매실 씨 및 과육 분리장치

본 연구에서 개발한 반자동식 매실 씨 및 과육 분리 장치의 구조 및 제원은 Fig.3이다. 반자동식 매실 씨 및 과육 분리기의 크기는 680(W) *1300(L) *1300(H) mm 이다. 반자동식 매실 씨 및 과육 분리기의 작업 공정은 Fig.4이며 매실 투입, 수동 매실 정렬, 매실 씨 및 과육 분리, 자동 배출 형태이며 매실 씨 및 과육 분리기의 작동은 공압 실린더(NGQL63_125)를 사용하고 버튼을 눌러 실린더의 동작이 구동된다.

매실의 공급은 수동으로 호퍼 내부에 공급하며 호퍼 하단에 ㄷ형판을 설치하여 매실이 슬라이딩 게이트를 통해 작업대로 이송된다.

매실 씨 및 과육 분리는 안전을 위해 칼날이 하단에 장착되어 있고 실린더에 P.O.M(Polyoxymethylene) 환봉을 부착하였으며 실린더의 작동은 작업대에 위치한 버튼을 눌러 작업이 진행 된다. 매실 씨 및 과육 분리 작업은 작업대에 위치한 매실을 칼날부에 위치한 씨 배출구에 올린 뒤 작업대에 위치한 버튼을 눌러 실린더가 내려 오면서 플라스틱 환봉이 매실을 눌러 하단에 장착한 칼날에 의해 매실의 씨와 과육이 분리된다.

씨 및 과육 분리가 된 후 씨는 씨 배출구를 통해서 바로 빠져나가게 되고 매실 과육은 가이드 플레이트를 통해 과육 수집통으로 운반되며 매실의 씨와 과육이 구분 지어 보관된다.

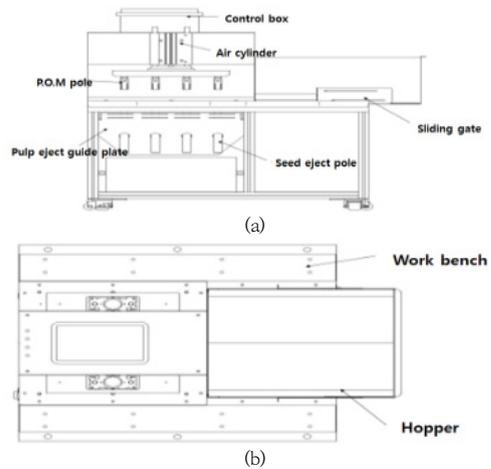


Fig. 3. Design of semi-automatic plum seed remover
(a) Top view of the semi-automatic plum seed separator
(b) Front view of the semi-automatic plum seed separator

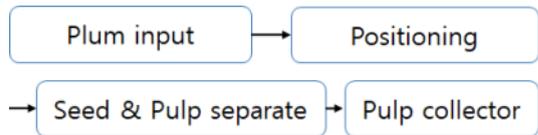


Fig. 4. Process of semi-auto plum seed separator

2.3 기하학적 물성 측정

수확한 매실에 대해 기계 부품에 대한 성능 및 크기를 설정하기 위하여 물성을 측정하였다. 매실의 수평 방향에서 가장 큰 지름을 장경, 수평 방향에서 가장 짧은 지름을 단경, 수직방향의 길이를 높이로 하여 품종에 따라 매실의 장경(Long diameter), 단경(Short diameter), 높이(Height)를 전자식 버니어캘리퍼스(CD-15APX, Mitutoyo Corp. Japan)를 이용하여 측정하였다(Fig. 5).

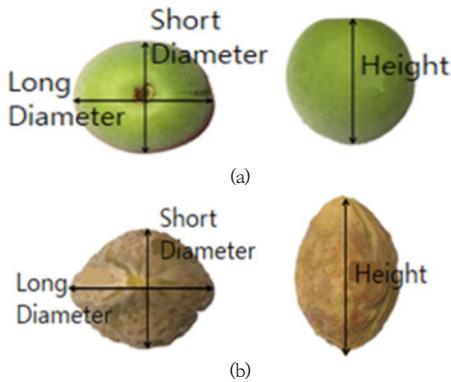


Fig. 5. Plum and plum seed geometric measurements
(a) Long diameter, short diameter and height of plum
(b) Long diameter, short diameter and height of plum seed

2.4 최대 압축력 및 회수율 측정

2.4.1 최대 압축력 측정

침지농도와 시간에 따른 최대 압축력을 측정하기 위해 Food texture analyzer (TAXTplus/50, STABLE MICRO SYSTEMS, England)에 부착된 프로브 대신 칼날의 형태에 따라 매실 씨와 과육이 분리되는 과정에서 발생하는 최대압축력을 측정하였다(Fig.6).

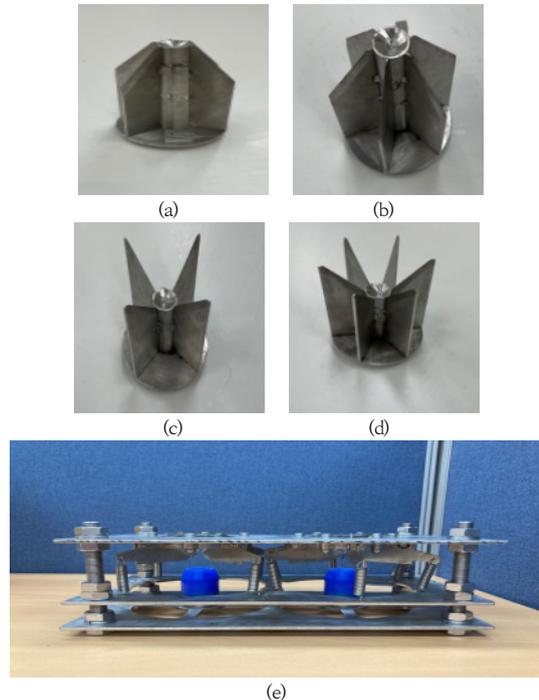


Fig. 6. Plum seed and pulp separation blade shape
(a) 4-edged blade(top) (b) 6-edged blade(top) (c) 4-reverse edged blade(top) (d) 6-reverse edged blade(top) (e) Left: 4-edged blade(bottom), Right: 6-edged blade(bottom)

칼날의 형태는 매실을 누르는 봉이 있는 칼날의 형태가 기계에서 필요로 하는 힘이 더 적었다[8]. 따라서 칼날의 형태는 매실을 누르는 봉이 있는 칼날의 형태를 기본으로 하여 실험하였다. 또한 매실의 자세는 0도(매실의 꼭지가 있는 부분)와 180도(매실의 바닥 부분)로 하여 기계에 걸리는 부하를 비교하였다.

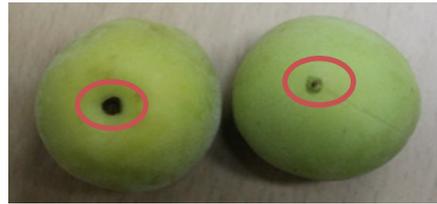


Fig. 7. Plum setting angle (Left: 0°, Right: 180°)

2.4.2 회수율 측정

과육 회수율 측정을 위해 사용된 장비는 전자저울 (CAY-220, CAS Corp. Korea)이며 회수율 측정은 식 (1)을 통해 계산하였다. 본 실험을 통해서 칼날의 형태와 개수, 매실의 자세에 따른 회수율을 측정하였다.

$$F_r = \frac{F_w \times 100}{I_w} \quad (1)$$

Where, F_r is the Flesh recovery ratio(%), F_w is the weight of flesh removed from seed(kg), I_w is the initial weight of the plum(kg)

2.5 현장시험

제작된 매실 씨 및 과육 분리기계의 성능 평가는 전라남도 순천시 월등면에 위치한 ㈜ 순천엔 매실 가공공장에서 작업성능(kg/h)과 총 회수율을 확인하였다. 실험은 생 매실 20kg을 1인 기준으로 작업 소요시간을 확인하여 식 (2)를 통해 계산하였으며 회수율 계산식은 식(1)과 동일하다.

$$M_p = \frac{W_p}{H_w} \quad (2)$$

Where, M_p is the Machine power(kg/h), W_p is the weight of plum(kg), H_w is the working hours(h)

2.6 통계처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정하였으며 모든 결과는 Mean ± SD로 나타내었다. 통계적 유의성 검증은 Stastical Package for the Social Sciences (SPSS,

V26, IBM SPSS Statistics, NY, USA) 프로그램을 이용하여 one way ANOVA법으로 분산분석을 실시하고, Scheffe's multiple Test로 조사 항목들간의 유의성을 5%수준에서 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 기하학적 물성 특성

매실 생과와 침지시간, 소금물 농도에 따른 매실의 장경, 단경, 높이를 측정한 결과 매실에서는 장경과 높이에서 유의미한 차이가 나타나지 않았으나 단경과 장경, 단경과 높이간의 유의미한 차이가 나타났다(Table 1). 이를 통해 매실의 형태는 약간의 타원형을 띠고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 매실 씨에서는 단경과 장경간의 유의한 차이가 나타났으며 장경과 높이간의 유의한 차이가 나타났다(Table 2). 이를 통해 매실 씨 역시 타원형의 형태임을 알 수 있다.

따라서 매실의 형태는 타원이기 때문에 매실 씨 및 과육 분리기에서 씨를 분리할 때 매실의 자세는 0도 혹은 180도로 위치하여 매실의 씨가 빠져나갈 때 과육이 붙어 나가는 것을 최소한으로 하여 과육 회수율을 높이는 데 도움이 될 것으로 판단된다.

Table 1. Plum geometric properties

Classification		Long diameter (mm)	Short diameter (mm)	Height (mm)
Initial		38.4±1.1 ^{1)a}	37.3±0.6 ^b	38.6±1.3 ^c
9%	9H	38.6±2.2 ^a	35.3±2.4 ^b	36.8±2.0 ^c
	12H	38.9±2.6 ^a	37.0±3.3 ^b	36.5±2.8 ^c
	15H	37.5±1.6 ^a	35.5±1.3 ^b	37.3±1.4 ^c
12%	9H	37.8±0.8 ^a	36.0±3.1 ^b	36.3±2.5 ^c
	12H	36.1±2.7 ^a	33.9±2.4 ^b	36.7±1.3 ^c
	15H	36.3±0.8 ^a	35.2±0.7 ^b	35.6±0.8 ^c
15%	9H	39.0±2.3 ^a	36.6±3.1 ^b	39.9±5.0 ^c
	12H	37.1±3.7 ^a	34.9±3.3 ^b	36.9±1.9 ^c
	15H	36.5±2.0 ^a	34.1±2.3 ^b	35.6±1.5 ^c

¹⁾ All values are mean±SD.

* Values with different superscript letters in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Scheffe's multiple range test (b(a,c)).

Table 2. Plum seed geometric properties

Classification		Long diameter(mm)	Short diameter(mm)	Height(mm)
Initial		16.6±1.1 ^{1)a}	13.4±0.6 ^b	21.1±1.5 ^c
9%	9H	17.7±1.3 ^a	14.5±1.2 ^b	22.4±0.7 ^c
	12H	18.3±1.3 ^a	13.6±0.9 ^b	22.3±1.3 ^c
	15H	19.0±2.7 ^a	14.2±1.1 ^b	21.8±2.3 ^c
12%	9H	17.4±0.8 ^a	13.6±0.9 ^b	21.4±1.7 ^c
	12H	17.8±0.9 ^a	13.7±0.8 ^b	22.2±1.3 ^c
	15H	18.1±0.6 ^a	14.1±0.5 ^b	21.4±1.2 ^c
15%	9H	18.2±1.7 ^a	14.2±1.1 ^b	24.3±2.9 ^c
	12H	18.4±1.2 ^a	14.3±0.7 ^b	21.7±1.6 ^c
	15H	17.9±0.8 ^a	13.9±0.5 ^b	21.7±0.7 ^c

¹⁾ All values are mean±SD.

* Values with different superscript letters in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Scheffe's multiple range test (b(a,c)).

3.2 최대 압축력 및 회수율 결과

3.2.1 최대 압축력 측정 결과

매실 생과를 통한 최대 압축력 측정을 한 결과는 Table 3,4 이다. Table 3을 통해 매실 생과의 경우 매실의 자세는 0°보다 180°에서 적은 힘을 필요로 하고 있으며 칼날의 형태는 자동식 기계에서 사용되는 상단 장착식에서는 6조식 역 칼날에서 30.73±3.67 kgf 로 가장 적은 힘을 필요로 하였고 반자동식 기계에서는 사용되는 하단 장착식 칼날을 사용하는 6조식에서 필요로 하는 37.17±2.31 kgf로 가장 적은 힘을 필요로 했다.

이 실험을 바탕으로 침지한 매실의 실험은 매실의 자세는 180°를 기준으로 하였으며 자동식 기계에서는 6조식 역칼날을 사용하였고 반자동식 기계에서는 6조식 칼날을 사용하여 생과와 비교 분석하였다.

그 결과, 생 매실과 소금물에 침지한 매실간의 분석을 통해서 농도 9% 15시간 침지와 농도 12% 12시간 침지에서 다른 농도와 시간대에 비해 유의한 차이가 있으며 특히 생매실과 큰 차이가 있음을 확인하였다.

따라서 매실 씨 및 과육 분리를 하는데 있어서 생 매실을 바로 씨와 과육을 분리하는 것 보다는 매실을 소금물 농도 9% 15시간 침지를 하거나 농도 12% 12시간 침지를 해서 가공작업을 해야 할 것으로 판단된다.

Table 3. Compressive force and recovery rate of plum

Classification		Four edged			Reverse four edged			Six edged			Reverse six edged		
		0° Top	0° Bottom	180° Top	0° Top	0° Bottom	180° Top	0° Top	0° Bottom	180° Top	0° Top	0° Bottom	180° Top
Initial	Maximum compressive force(kgf)	33.03 ±0.90	45.03 ±8.15	33.70 ±1.18	33.43 ±4.12	N ¹⁾	32.77 ±1.21	32.87 ±2.82	37.17 ±2.31	32.87 ±2.82	31.60 ±0.87	N	30.73 ±3.67
	Recovery rate(%)	60.08 ±2.01	57.17 ±2.02	62.18 ±1.23	63.13 ±1.58	N	66.12 ±1.43	62.33 ±1.57	58.24 ±1.32	64.52 ±1.51	64.32 ±2.01	N	68.42 ±1.01

¹⁾ N : Not experiment

3.2.2 회수율 결과

매실 회수율은 최대 압축력 실험을 통해 분리된 매실을 통해 회수율을 측정하였다. 회수율을 측정 한 결과는 Table 3,4를 통해 확인할 수 있다. 매실 생과와 침지한 매실간의 회수율의 결과가 다를 수 있었다. 생과의 경우 자동식기계에서 68%의 회수율을 가지고 있으며 반자동식 기계의 경우 약 57%의 회수율을 가지고 있다. 그러나 침지한 매실의 경우 자동식 기계에서 약 77%의 회수율을 가지고 있으며 반자동식 기계에서 약 75%의 회수율을 가지고 있다. 매실 생과와 침지한 매실간의 회수율은 약 9~18%의 차이를 나타내고 있다. 이러한 차이가 나타나는 이유는 침지를 통해서 매실 과육이 받는 최대 압축력이 약해지며 이를 통해서 매실의 과육 절단하는데 있어 매실 생과보다 자연스럽게 절단되어진다. 이러한 과정으로 매실의 회수율의 차이가 발생하는 것으로 보여진다. 특히 매실 생과에 비하여 농도 9% 15시간 침지 와

농도 12% 12시간 침지를 하면 약 79%의 상대적으로 매우 높은 회수율을 얻을 수 있다.

따라서, 매실 씨 및 과육 분리를 하는데 있어 매실을 소금물 농도 9% 15시간 침지하거나 농도 12% 12시간 침지하는 것이 과육을 회수하는데 있어서 유익하다고 판단된다.

3.3 현장시험 성능 결과

현장시험에서 자동식 기계와 반자동식 기계의 작업 성능은 Table 5와 같다. 자동식 기계에서는 약 80 kg/h의 작업 성능을 가지고 있으며 반자동식 기계는 약 62 kg/h의 작업 성능을 가지고 있다. 회수율 또한 Table 5.를 통해 현장에서의 과육 회수율을 확인 할 수 있다. 현장에서의 과육 회수율은 실험에서와 달리 자동식 기계에서 약 68%, 반자동식 기계에서 약 57%의 회수율을 가지고 있다.

수작업을 통해 매실 씨 및 과육 분리를 하게 되면 시간당 약 10kg의 작업 성능을 가지고 있다[9]. 본 연구를 통해 개발한 자동, 반자동 기계와 비교를 하면 기존의 작업에 비해 각 70%와 56%의 노동력을 줄일 수 있을 것으로 계산할 수 있다. 따라서 본 연구를 통해 개발한 기계를 이용하여 매실 장아찌를 만드는 과정을 진행한다면 노동력 절감을 통한 매실 장아찌의 대량생산이 가능해지며 그로 인한 매실 장아찌의 시장가치가 증가할 것으로 판단된다.

Table 4. Compressive force and recovery rate of immersed plum

Classification		Six edged		Reverse six edged	
		180° Bottom	180° Top	180° Bottom	180° Top
Maximum compressive force(kgf)	9H	9%	14.7±8.0	12.7±5.0	
		12%	13.5±8.8	12.5±3.8	
		15%	11.0±3.2	10.8±2.2	
	12H	9%	20.9±7.6	15.9±2.6	
		12%	11.5±2.9	11.3±1.9	
		15%	13.5±4.5	12.2±3.5	
	15H	9%	16.1±7.1	14.1±3.1	
		12%	13.5±7.5	12.3±3.1	
		15%	12.2±6.8	11.2±5.7	
Recovery rate(%)	9H	9%	77.1±1.3	78.3±2.5	
		12%	76.0±2.4	77.1±1.8	
		15%	78.3±0.9	79.2±1.3	
	12H	9%	77.7±1.4	78.2±0.4	
		12%	76.8±1.0	79.3±1.0	
		15%	75.5±1.0	77.5±0.7	
	15H	9%	76.0±1.7	76.2±1.4	
		12%	74.1±1.2	75.2±1.6	
		15%	73.9±1.9	76.7±0.9	

Table 5. Field test

Classification	Machine power(kg/h)		Pulp recovery rate(%)	
	Auto	Semi-auto	Auto	Semi-auto
1 st	82.2	62.5	67.0	57.5
2 nd	78.9	60.6	67.5	59.0
3 rd	79.5	62.5	70.5	55.0
Average	80.2±1.8	61.9±1.1	68.3±1.9	57.2±2.02

4. 결론

본 연구에서는 매실 씨 및 과육 분리기를 제작하여 장아찌 제조 공정에서 기존의 수작업 대신 기계화 공정을 통해 매실 장아찌의 시장가치를 높이고자 하였다.

기계를 개발하기에 앞서 매실의 소금물 침지시간과 농도에 따른 매실의 물성을 조사하였으며 매실의 자세와 칼날의 형태에 따라 기계가 받는 최대 압축력과 매실의 과육 회수율을 파악하였으며 현장시험을 통해 기계의 작업 성능을 분석하였다.

그 결과 침지한 매실과 생 매실은 타원형의 형태를 나타내며 이를 바탕으로 매실의 자세를 0도와 180도로 정렬하여 매실 씨 및 과육 분리 과정에서 최대한으로 회수율을 높였다. 또한, 칼날의 형태와 칼날의 수에 따라 기계에 적용되는 힘과 그에 따른 회수율을 확인한 결과 생 매실보다는 소금물에 농도 9% 15시간 혹은 농도 12% 12시간의 침지 과정을 거친 매실에서 더 많은 과육 회수율과 기계에 힘이 덜 드는 방식임을 확인 할 수 있었다. 또한, 현장에서 성능을 점검한 결과 기존 수작업 방식에 비해 자동식 기계가 약 80 kg/h, 반자동식 기계가 약 58 kg/h로 기존 방식에 비하여 높은 작업성능을 보여주고 있다.

결과적으로 본 연구를 통해서 농가 보급형 매실 씨 및 과육 분리기를 개발하였고 자동식과 반자동식 기계들 모두 기존의 수작업 방식에 비해 노동력 절감의 효과를 가지고 있다는 사실을 통해서 매실 장아찌와 같은 가공식품의 제조공정에서 기계화 작업을 통해 매실 가공식품의 대량생산과 이를 통한 매실 가공식품의 시장가치를 높일 수 있을 것이다.

References

[1] K. S. Seo, C. K. Huh, Y. D. Kim, "Changes of biologically active components in *Prunus mume* fruit". *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.15, No.2, pp.169-273, April 2008.

[2] Y. S. Kim, Y. S. Park, M. H. Lim, "Antimicrobial activity of *Prunus mume* and *Schizandra chinensis* H-20 Extracts and Their Effects on quality of functional *Kocujang*". *Korean Journal of Food Science and Technology*, Vol.35, No.5, pp.893-897, Oct. 2003.

[3] J. H. Bae, K. J. Kim, S. M. Lee, W. J. Lee, S. J. Lee, "Development of the functional beverage containing the *Prunus mume* extracts", *Korean Journal of Food Science Techmology*, Vol.32, No.3, pp.713-719, June

2000.

[4] S. I. Park, K. H. Hong, "Effect of Japanese Apricot(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Flesh on Baking Properties of White Breads", *Journal of the Korean Society of Food Culture*, Vol.18, No.6, pp.506-514, Dec. 2003.

[5] S. J. Lim, J. B. Eun, "Processing and Distribution of *Maesil*, Japanese Apricot in Korea", *Korean Society of Food Science and Technology*, Vol.45, No.2, pp.2-9, June 2012.

[6] E. A. Jeong, S. K. Choi, Y. NamKung, "Quality and Sensory Characteristics of Low-salt Fermented King Mushroom (*Jangachi*) Added with Different Amounts of Soy Sauce", *Culinary Science and Hospitality Research*, Vol.17, No.5, pp.231-240, Dec. 2011.

[7] H. J. Kim, A Study on 6th Industrialization of Plum Farming for Development of Brand Image and Plum Oriented Functional Product (2017), Research Report, Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry, Korea, pp.56-77.

[8] J. T. Park, H. M. park, J. H. Lee, Y. W. Seo, H. R. Park, G. H. Yang "A Characteristic of Seed Removal and Fruit Cutting for *Maesil*(Plum) According to Knife Type", *Korea Society for Agricultural Machinery*, Vol. 24, No.1, May 2019.

[9] Mohammad Ali, S. J. Park, Tangina Akhter, G. S. Kim, K. W. Yang, H. Seonwoo, H. J. Kim, "Development of a Plum(*Japanese Apricot*) Seed Remover for Multipurpose Plum Flesh Processing", *Korea Society for Agricultural Machinery*, Vol.42, No.4, pp.283-292, Dec. 2017.

박 우 준(Woo-Jun Park)

[준회원]



- 2020년 2월 : 국립 순천대학교 산업기계공학과 (공학사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 국립 순천대학교 농업기계공학과 석사과정

<관심분야>

농업기계 자동화, 정밀 농업, 스마트 농업 등

김 혁 주(Hyuck-Joo Kim)

[정회원]



- 1988년 2월 : 국립 서울대학교 농업기계공학 (농학석사)
- 2001년 2월 : 국립 경북대학교 농업기계공학 (농학박사)
- 2015년 ~ 현재 : 국립 순천대학교 산업기계공학과 교수

<관심분야>

농업기계 자동화 및 농작업 안전기술, 농업기계 표준화 및 OECD 트랙터 코드 운영 등

정 보 라(Bo-Ra Jung)

[준회원]



- 2018년 2월 ~ 현재 : 국립 순천대학교 산업기계공학과 학사과정

<관심분야>

생체역학, 바이오센서 등

이 상 윤(Sang-Yoon Lee)

[정회원]



- 2015년 2월 : 국립 경상대학교 일반대학원 생물산업기계공학 전공 (공학석사)
- 2020년 8월 : 국립 경상대학교 일반대학원 바이오시스템공학 전공 (공학박사)
- 2020년 8월 ~ 현재 : 국립 순천대학교 산업기계공학과 박사 후 과정

<관심분야>

영상분석, 인공지능, 농업기계 자동화 등

양 규 원(Kyu-Won Yang)

[정회원]



- 2003년 2월 : 국립 순천대학교 농업기계공학과 (공학석사)
- 2018년 9월 : 국립 경북대학교 생물산업기계공학 박사과정 수료

<관심분야>

농업기계 자동화, 정밀 농업, 농업 생산기계 등

김 정 실(Jung-Sil Kim)

[정회원]



- 2019년 3월 ~ 현재 : 국립 순천대학교 산업기계공학과 교수

<관심분야>

생체역학, 심혈관, 바이오센서 등