

포도 씨의 기계적 특성 - 항복강도와 극한강도 측정 -

박원종 · 이승기 · 김현태* · 정혜경** · 강명화**

공주대학교 산업과학대학, *성균관대학교 바이오메카트로닉스전공, **호서대학교 식품영양학과

Mechanical Properties of Grape Seeds - The Yielding and Ultimate Strength of Seeds -

Won-Jong Park, Seung-Gi Lee, Hyun-Tae, Kim* Hae-Kyung Jong**
and Myoung-Hwa Kang**

Industrial Science College, Kongju National University

**Dept. of Bio-mechatronics, SungKuenKwan University*

*** Dept. of Food nutritions, HoSeo University.*

Abstract

This research verified that a new form of health food may be introduced by using wasted grape seeds. In addition, the study on mechanical and physical characteristics, including compression strength, of the seed for processed food production was proceeded. And these characteristics set the standards to develop a mechanical system which allows grape seed processing. Among the various sorts of the seeds, the highest moisture content was found in muru phodo which exceeded 30% and the follow up was serdan, which contained 28%. The lowest rate was seen in heat treated seed, which showed 8.796% and was followed by campbell early from year 2001 and gerbong, each being 10.894% and 12.181%. The campbell early from year 2000 had 14.382%, showing a higher rate of 3.5% in respect to the campbell early from year 2001. Such difference is not thought to be affected by the year of harvest, rather it is judged to have been influenced by the storage conditions. It is not easy to find the signification between the changes of compression strength, yield strength, and limit strength under the loading speed of the load; however, similarly witnessed in the general compression strength transformation, the strength was increased as the loading speed increased. When the seed is to be processed according to the limit strength standard, it was concluded that it was beneficial to design the crushing force of the system beyond 9.20 kg, and the limit strength, scheduled to be used in designing the system, should respect the standard of the heat treated seed.

Key words: grape seeds, mechanical system, compression strength, bio-yield strength, limit strength

서 론

식생활 성향의 변화에 따라 식품이 질적인 부분이 강조되고 있고 건강에 관심이 높아지면서 기능성 식품재료들이 새로운 식품 가공품으로서 가치가

인정되고 있다.

포도는 갈대나무목(*Rhammalas*) 포도과 (*Vitaceae*)의 열매로 약 11속 700여종이 있으며 우리나라에서 재배되고 있는 품종으로는 미국종(*Vitis labrusca*, L.)과 이의 교잡종(*Vitis labrusca*, B)이 주종을 이루고 있다(이광연 등, 1985).

재배 면적은 약 3만 ha로 10년 전에 비교해 2배 정도 증가하였으며 생산량도 약 47만 톤으로 3배 이상 증가하였는데 이는 소비량 증가에 따라 고수익 작목으로 인식되어 재배 면적과 생산량이 증가

Corresponding author : Park won-jong, Industrial Science College, Kongju National University 527 Yesan Chungnam, 340-800 Korea
Phone: 041-330-1125, Fax: 041-332-2481
E-mail: pwj@kongju.ac.kr

하였으나 과일생산과 공급 등에 대한 능동적인 대책을 수립하고 새로운 가공품의 개발도 요구되고 있다(한국식품연감, 2001).

포도는 주로 생식용이며, 주스류, 주류, 잼류 등에 이용되고 있으며, 부산물로 생성되는 포도 씨는 약 3~5%정도이다.

포도 씨에 관한 연구로 Watanabe 등(1987)은 포도 씨의 페놀화합물 용출을, Grigorashrili 등(1981)은 포도씨 단백질 농축물의 영양적 특성을 보고하였다. 포도씨 지방의 물리적 특성은 Gattuso 등(1983)이, 포도 씨의 roasting 특성은 Fazli 등(1982)이 보고하였고, Zeany 등(1982)은 포도씨 지방에는 포화 트리글리세리드가 존재하지 않는다고 하였다. 한편 국내에서는 윤 등(1982)이 Campbell early 품종의 지방질의 트리글리세리드가 89.5~99.9%이며 올레산, 리놀레산 등이 주요 지방산이었다고 보고하였으며, 황(1997)은 포도 씨의 이화학적 특성을, 강 등(1998)은 포도 씨 기능의 특성에 관하여 보고하였으며, 황 등(1999)은 황산화력과 산패에 관한 연구 보고가 있다.

포도 씨에는 카테킨 성분이 함유되고 있고, 수렴, 해독, 살균 및 항 미생물작용 등 여러 가지 생리작용이 있는 것으로 알려져 있으며, 성인병 및 암 예방에 관계하는 항산화, 항돌연변이, 혈중 콜레스테롤 저하 등의 생리활성 물질에 관심이 모아지고 있다.

농산물의 물리적 특성에 관한 연구는 외력에 따른 변형의 시간적 특성을 고려한 레올로지 특성에 대한 연구가 주로 이루어져있는데 농산물의 특성상 불규칙한 단면에 대한 하중 재하 단면적의 계산이 불가능하기 때문에 입자를 가공하며 처리한 실험 연구이다.

Chen 등(1972)은 사과의 응력이완실험을 실시하여 4가지 형태의 Maxwell 모형을 만들었다.

Finney 등(1964)은 감자를 대상으로, Gyasi 등(1981)은 감귤의 속살과 껍질을 일정한 모양으로 가공하여 응력이완실험을 행하였고, Hammerle 등(1970)은 옥수수를 얇은 판으로 만들어 인장응력이완실험을 실시하였으며, 김 등(1990)은 함수율 13~25% (w.b.) 범위의 벼에 대해서, Kojima (1975)는 오이를 각 부위별로, Ishibashi 등(1970)은 토마토의 레올로지 특성에 대한 연구가 있으나 포도 씨에 관한 레올로지 특성에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 실험에서는 기능성 건강식품으로 각광받고 있는 포도 씨의 식품화 가능성을 구명하기 위하여 일부 품종별로 항복강도와 극한강도를 측정하여 분말 화시킬 수 있는 조건을 확립하고 포도 씨 분말을 식품으로의 이용 가능성을 발현시키고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 포도 씨로 캠벨얼리는 2000년 산은 비교 실험을 위해 실험실에 보관되었던 것을, 2001년 산은 (주)정산식품에서 포도 가공 중에 발생된 부산물을 채취하여 3차례 수세한 후 양건하여 10°C의 저온창고에 보관하여 사용하였으며, 기타, 거봉, 세레단, 머루 포도 등은 2001년 산을 예산 청과물 시장에서 완숙품을 구입하여 실험실에서 과육과 분리 수거하여 양건후 같은 방법으로 수집 보관하여 사용하였다.

일반성분 분석은 AOAC법(1990)에 따라 측정하였고 강도실험을 위한 정확한 수분함량측정은 ASAE S 352.2 DEC 92의 Standard Method (1983)로 시료 10 g을 130°C에서 4시간 건조시켜 함수율을 측정하였다.

실험 장치 및 방법

포도 씨의 압축특성을 파악하기 위하여 이용한 장치는 재료 시험기(TA-X2 Texture analyzer USA)이며 주요사양은 Table 1과 같으며 Force Resolution은 5 g, Speed Range는 0.01~10 mm/sec, Speed Accuracy는 0.1%, Position Range Section은 0.1~524 mm이며, Range Resolution은 0.001이다.

압축강도를 측정하기 위하여 프로브(probe)는 직경 5 mm의 원판이 부착된 원통을 사용하였으며 포도 씨의 특성을 고려하여 0.6, 1.2, 1.8 mm/min의 3기준으로 하중재하속도를 변경하여 하중을 가하고 X-Y기록기에서 하중변위곡선을 구하여 포도 씨의 생물체 항복점과 변위량을 구하였다.

또한 포도 씨가 파괴 될 때의 생물체 항복강도, 최대 하중, 극한변형량 및 극한강도를 20회 반복실험으로 구하였다.

압축 프로브를 이용하여 포도씨앗을 재하하는 과정에서 포도씨앗의 접촉방향에 따라 정확도의 차이가 있을 수 있을 것으로 생각하여 단면에 따른 오

Table 1. Models of experimental installation

Items	Specification	Remark
Micro computer	RAM 32MB(2.1GB H/D)	Pentium 200 MHz
Servo motor	AC	Parasonic MSDO11A1A
Servo motor driver	2,500 p/r	Parasonic MSDO11A1XE
Strain gage measurement board	8 channels	ADAC, 5508BG
STP-2M(PC) board	IBM PC-XT, AT	CONTEC, STP-2M
Single-point load cell	25, 50 kgf capacity	BONGSHIN 25, 30-OBU
Compression load cell	200 kgf capacity	KYOWA, LU-200KE

차를 최소화하기 위해 모든 시료에 대해서 2차 회전모멘트가 가장 작게 되는 방향으로 시료를 정직시키고 하중을 재하하였다.

따라 차이를 나타내었으나 조희분의 함량은 1.7-3.2%로서 품종간의 큰 차이가 없었다.

결과 및 고찰

포도 씨의 일반성분

포도 씨의 품종별 일반 성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 포도 씨의 조단백질은 11.2%의 분포로 품종간의 다소 차이를 보였으나 머루포도가 15.7%로 가장 많은 함량을 보였고, 캠벨얼리는 8.7%로 가장 낮은 함량을 보였다.

조지방질 함량은 약 28%로 식용유로 이용할 수 있는 20%보다 높은 함량으로 식용유지 자원으로 이용가능성이 높게 나타났으며 총당은 2.95~5.63 µg/mg으로 품종별 차이가 있었으며 환원당도 총당에

실험에 사용한 품종별 포도 씨의 함수율

포도 씨를 ASAE S352.2 DEC92의 Standard Method에 의해 함수율을 측정 한 결과는 Table 3과 같이 나타났다.

위의 결과에서 살펴보면 머루 포도 씨가 30%이상으로 가장 높은 함수율을 나타내고 있으며, 세레단이 약 28%로 함수율이 높았다. 100°C에서 30분간 열처리한 붉은 씨의 경우는 8.796%로 가장 낮게 나타났으며, 2001년산 캠벨얼리와 거봉이 각각 10.894%, 12.181%로 나타났다. 캠벨얼리 2000년 산은 14.382%로 2001년 산에 비해 약 3.5%정도 높게 나타났는데, 이는 생산된 시기보다는 보관하는 동안의 온도와 습도에 따라 차이가 생긴 것으로 판단된다.

Table 2. Chemical composition of various grape seeds

(%)

Kinds	Constituent	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Suger	
						Total	Reducing
	Campbell early	10.9	8.7	26.0	2.4	2.95	2.37
	Serdan(jingyu)	10.9	9.2	26.5	1.7	2.75	2.17
	Gerbong(kyoho)	9.3	9.2	29.5	3.2	4.50	4.03
	Meuru phodo	9.6	11.7	29.4	1.9	5.63	4.83
	Fugiminori (Daebong)	9.9	11.7	28.3	2.9	3.57	3.2

Table 3. Moisture of grape seeds

(%)

Sample	Campbell early (2001)	Campbell early (2000)	Gerbong	Serdan	Meuru phodo	Roasting seeds
1	10.686	14.554	12.579	27.827	30.729	8.915
2	10.988	14.154	12.169	28.005	30.162	8.636
3	11.007	14.437	11.795	28.957	27.829	8.837
Average	10.894	14.382	12.181	28.264	30.535	8.796

포도씨의 물리적 특성

포도 씨를 분말화하여 기능성 가공식품으로의 이용성을 검토하기 위해 종류별, 생산년도별 및 열처리한 씨의 물리적 특성을 극한강도를 중심으로 물성측정기를 이용하여 가공을 위한 시스템의 개발 가능성을 살펴본 결과는 다음과 같다.

1. 캠벨얼리(2000년 산) 씨

캠벨얼리 2000년 산 씨의 생물학적 항복강도와 극한강도 실험결과는 Table 4와 같다.

실험에서 0.6, 1.2, 1.8 mm/min의 3수준의 하중재하 속도별 생물학적 항복강도는 각각 3.790, 4.126, 4.289 kg으로 나타났으며, 속도가 증가할수록 항복강도의 크기도 높아진다는 것을 알 수 있었다. 또한 최대 항복강도도 하중의 재하속도 1.8 mm/min에서 5.855 kg으로 가장 높게 나타났다. 극한강도의 경우 하중재하 속도별 5.554, 6.132, 6.376 kg으로 나타났으며, 평균 6.02 kg의 극한강도를 보였다. 이는 항복강도와 마찬가지로 하중의 속도가 증가할수록 강도의 크기도 증가한다는 것을 알 수 있다. 극한강도의 최대값은 하중재하속도 1.2 mm/min에서 8.864 kg으로 나타났으며, 이는 하중재하속도의 영향으로 생각되기보다는 개체시료의 성분함량에 따른 물리화학적인 특성의 영향으로 판단된다.

2. 캠벨얼리(2001년산) 씨

캠벨얼리 2001년산 씨의 항복강도와 극한강도는 Table 5와 같다.

캠벨얼리 2001년 산 씨의 생물학적 항복강도는 3수준의 재하속도에 따라 각각 4.155, 3.085, 4.221 kg으로 나타났으며, 평균 4.06 kg의 항복강도를 가지고 있었다. 또한 생물학적 항복강도의 최대값은 재하속도 0.6 mm/min에서 6.324 kg으로 나타났다. 극한강도의 평균값은 3수준의 재하속도에 따라 각각 6.066, 6.035, 6.790 kg으로 나타났으며, 극한강도의 최대값은 재하속도 1.2 mm/min에서 8.771 kg으로 나타났다.

이 결과에서 보면 재하속도에 따라 생물학적 항복강도의 평균값은 속도가 가장 큰 1.8 mm/min에서 가장 높게 나타났으며, 최대값은 0.6 mm/min의 재하속도에서 나타났다. 극한강도의 경우 평균값은 1.8 mm/min에서, 최대값은 1.2 mm/min에서 가장 높게 나타났다. 따라서 캠벨얼리 2001년 산 씨는 하중의 재하속도에 따른 항복강도 및 극한강도의 변화사이에 유의성을 찾기는 쉽지 않지만, 일반적인 압축강도의 변화와 마찬가지로 재하속도가 빠를수록 강도의 크기가 강하다는 것을 알 수 있었다.

3. 거봉 씨

거봉 씨의 생물학적 항복강도와 극한강도에 대한

Table 4. The bio-yield point and limit strength of campbell early seeds

(2000 year produced)

Loading compression velocity (mm/min)	Bio-yield point (kg)		Bio-yield strength (kg/cm ²)		Maximum force (kg)		Limit strength (kg/cm ²)	
	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.
0.6 (Test 4)	3.790	5.597	19.30	28.50	5.554	8.025	28.28	40.87
1.2 (Test 5)	4.126	5.796	21.01	29.52	6.132	8.864	31.23	45.14
1.8 (Test 6)	4.289	5.855	21.84	29.81	6.376	8.732	32.47	44.47
Average	4.07	5.75	20.72	29.28	6.02	8.54	30.66	43.49

Table 5. The bio-yield point and limit strength of campbell early seeds

(2001 year produced)

Loading compression velocity (mm/min)	Bio-yield point (kg)		Bio-yield strength (kg/cm ²)		Maximum force (kg)		Limit strength (kg/cm ²)	
	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.
0.6 (Test 1)	4.155	6.324	21.13	32.21	6.066	7.743	30.89	39.43
1.2 (Test 2)	3.805	4.760	19.38	24.24	6.035	8.771	30.73	44.67
1.8 (Test 3)	4.221	5.584	21.49	28.43	6.790	8.233	34.58	41.93
Average	4.06	5.56	20.67	28.29	6.30	8.25	32.07	42.01

Table 6. The bio-yield point and limit strength of gerbong seeds

Loading compression velocity (mm/min)	Bio-yield point (kg)		Bio-yield strength (kg/cm ²)		Maximum force (kg)		Limit strength (kg/cm ²)	
	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.
0.6 (Test 7)	5.047	7.793	25.70	39.68	7.852	10.565	39.98	53.80
1.2 (Test 8)	4.675	6.627	23.80	33.75	7.297	9.581	37.16	48.79
1.8 (Test 9)	5.715	7.408	29.10	37.72	8.448	11.823	43.02	60.21
Average	5.15	7.28	26.20	37.05	7.87	10.66	40.05	54.27

Table 7. The bio-yield point and limit strength of serdan seeds

Loading compression velocity (mm/min)	Bio-yield point (kg)		Bio-yield strength (kg/cm ²)		Maximum force (kg)		Limit strength (kg/cm ²)	
	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.
0.6 (Test 10)	3.877	6.851	19.74	34.89	6.143	8.955	31.28	45.60
1.2 (Test 11)	3.510	6.946	17.87	35.37	5.844	7.778	29.76	39.61
1.8 (Test 12)	4.332	6.776	22.06	34.50	6.269	8.399	31.92	42.77
Average	3.91	6.86	19.89	34.92	6.09	8.38	30.99	42.66

실험결과는 Table 6과 같다.

거봉 씨의 생물학적 항복강도는 3수준의 재하속도에 따라 각각 5.047, 4.675, 5.715 kg으로 나타났으며, 평균 5.15 kg의 항복강도를 가지고 있었다. 또한 생물학적 항복강도의 최대값은 재하속도 0.6 mm/min에서 7.793 kg으로 나타났다. 극한강도의 평균값은 3수준의 재하속도에 따라 각각 7.852, 7.297, 8.448 kg으로 나타났으며, 극한강도의 최대값은 재하속도 1.8 mm/min에서 11.823 kg으로 나타났다.

재하속도에 따른 생물학적 항복강도의 평균값은 속도가 가장 큰 1.8 mm/min에서 가장 높게 나타났으며, 최대값은 0.6 mm/min의 재하속도에서 나타났다. 극한강도의 경우 평균값은 1.8 mm/min에서, 최대값은 1.8 mm/min에서 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 캠벨얼리 2001년 산의 실험결과와 비슷한 경향을 보이고 있으며, 전체적인 강도의 크기가 캠벨얼리 2001년 산에 비해서 높게 나타났다.

따라서 거봉 씨도 캠벨얼리 2001년 산 씨와 마찬가지로 하중의 재하속도에 따른 항복강도 및 극한강도의 변화사이에 유의성을 찾기는 쉽지 않지만, 일반적인 압축강도의 변화와 마찬가지로 재하속도의 크기가 클수록 강도 크기가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

4. 세레단 씨

세레단 씨의 생물학적 항복강도와 극한강도 실험

결과를 Table 7과 같다.

세레단 씨를 이용한 3수준의 하중재하 속도별 생물학적 항복강도는 각각 3.877, 3.510, 4.332 kg으로 나타났으며, 최대 항복강도는 하중의 재하속도 1.2 mm/min에서 6.946 kg으로 가장 높게 나타났다. 생물학적 항복강도의 평균값은 다른 품종에 비교해 가장 낮았지만, 최대값은 1.2 mm/min의 속도에서 나타났다. 이러한 특성은 전체적인 씨앗의 강도로 평가하기보다는 개체시료의 특성으로 판단되었다. 극한강도의 경우 하중재하 속도별 6.143, 5.844, 6.269 kg으로 나타났으며, 평균 6.09 kg의 극한강도를 보였다. 세레단 씨의 항복강도와 극한강도의 절대적인 수치는 캠벨얼리 2001년 산 씨와 비슷하였으며 항복강도와 극한강도의 평균값은 하중재하속도 1.2 mm/min에서 가장 낮게 나타내었는데, 세레단 씨는 다른 포도 씨와 다르게 하중의 재하속도와 강도와의 사이에는 유의성이 거의 없는 것으로 나타났다. 극한강도의 최대값은 하중재하속도 0.6 mm/min에서 8.955 kg으로 캠벨얼리 2001년 산 씨의 최대값과 비슷한 수준이었다.

5. 머루포도 씨

머루포도 씨를 이용한 압축강도 실험에서 생물학적 항복강도와 극한강도는 Table 8과 같다.

머루포도 씨를 이용한 3수준의 하중재하 속도별 생물학적 항복강도는 각각 3.632, 4.123, 3.507 kg으로

Table 8. The bio-yield point and limit strength of muru phodo seeds

Loading compression velocity (mm/min)	Bio-yield point (kg)		Bio-yield strength (kg/cm ²)		Maximum force (kg)		Limit strength (kg/cm ²)	
	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.
0.6 (Test 13)	3.632	6.665	18.49	33.94	6.664	7.721	33.93	39.32
1.2 (Test 14)	4.123	5.797	20.97	29.52	6.311	8.350	32.14	42.52
1.8 (Test 15)	3.507	6.054	17.86	30.83	6.005	7.967	30.58	40.57
Average	3.75	6.17	19.11	31.43	6.33	8.01	32.22	40.80

로 나타났으며, 최대 항복강도는 하중의 재하속도 0.6 mm/min에서 6.665 kg으로 가장 높게 나타났다. 하중재하속도 1.2 mm/min의 경우 생물학적 항복강도가 평균값은 가장 높지만, 최대값은 가장 작은 것으로 나타났으며, 극한강도의 경우 하중재하 속도별 6.664, 6.311, 6.005 kg으로 나타내었고, 평균 6.33 kg의 극한강도를 보였다. 이러한 결과는 머루포도 씨가 가장 균일한 씨앗 분포특성을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 또한 머루 씨의 항복강도와 극한강도의 절대적인 수치가 캠벨얼리 2001년 산 씨와 세레단 씨는 비슷한 수준이었다.

6. 열처리 포도 씨

열처리한 씨는 2001년 산 캠벨얼리 씨를 100°C에서 30분정도 볶음처리하여 항복강도와 극한강도를 측정 한 실험 결과는 Table 9와 같다.

열처리한 씨를 이용한 3수준의 하중재하 속도별 생물학적 항복강도는 각각 6.219, 5.667, 6.054 kg으로 나타났으며, 최대 항복강도는 하중의 재하속도 1.8 mm/min에서 8.961 kg으로 가장 높게 나타났다. 극한강도는 하중재하속도별 각각 8.433, 7.421, 8.466 kg으로 나타났으며, 평균 8.11 kg의 극한강도 값을 보였다. 또한 최대극한강도값은 하중재하속도 1.8 mm/min에서 11.671 kg으로 나타났다. 열처리한 씨의 경우 다른 포도 씨에 비해 전체적으로 가장 높은 강도를 나타냈는데 이는 씨의 종류에 따른 성

분함량의 영향과 함수율과의 관계가 있을 것으로 판단되었다.

또한 캠벨얼리 2001년 산, 세레단, 머루포도 씨 등과 마찬가지로 하중재하속도 1.2 mm/min인 중속의 속도에서 일반적으로 압축강도가 가장 낮게 나타내는 특성이 있었다.

이상에서와 같이 실험에 이용한 360개의 시료에 대한 생물학적 항복강도의 평균은 4.6 kg으로 나타났으며, 항복강도의 최대값의 평균은 6.72 kg으로 나타났다. 또한 항복강도의 평균값을 기준으로 열처리한 씨의 항복강도가 가장 높게 나타났으며, 세레단 씨의 항복강도가 가장 낮게 나타났다. 열처리한 씨와 세레단 씨의 생물학적 항복강도의 차이는 약 65%정도 있었다. 항복강도의 최대값은 열처리한 씨의 하중재하속도를 1.8 mm/min으로 실험한 실험구에서 가장 크게 나타났다. 항복강도를 기준으로 포도 씨앗가공을 하고자 할 때, 시스템의 설계에 이용할 항복강도는 최대항복강도값을 이용하는 것이 적절할 것으로 판단되며, 이보다 높은 항복강도는 실험수행 시 경험으로 많지 않을 것으로 판단된다.

극한강도의 평균은 6.78 kg으로 나타났으며, 극한강도의 최대값의 평균은 9.20 kg으로 나타났다. 이는 생물학적 항복강도에 비해 약 60%증가한 값이다. 극한강도의 평균값을 종류별로 살펴보면 캠벨얼리 2001년 산의 경우, 6.30 kg, 캠벨얼리 2000년 산은 6.02 kg, 거봉은 7.89 kg, 세레단은 6.09 kg, 머

Table 9. The bio-yield point and limit strength of roasted grape seeds

Loading compression velocity (mm/min)	Bio-yield point (kg)		Bio-yield strength (kg/cm ²)		Maximum force (kg)		Limit strength (kg/cm ²)	
	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.	Aver.	Max.
0.6 (Test 16)	6.219	8.494	31.67	43.25	8.433	11.168	42.94	56.87
1.2 (Test 17)	5.667	8.349	28.86	42.52	7.421	11.165	37.79	56.86
1.8 (Test 18)	6.054	8.961	30.83	43.63	8.466	11.671	43.11	59.43
Average	5.98	8.60	30.45	43.13	8.11	11.33	41.28	57.72

루포도는 6.33 kg, 열처리한 씨는 8.11 kg으로 생물학적 항복강도와 마찬가지로 열처리한 씨의 극한강도가 가장 높게 나타났으며, 캠벨얼리 2000년 산과 세레단이 가장 낮게 나타났다. 극한강도의 최대값도 열처리한 씨가 가장 높은 분포를 보였다. 따라서 극한강도를 기준으로 포도 씨앗가공을 하고자 할 때, 시스템의 설계에 이용할 극한강도는 열처리한 씨를 기준으로 분쇄 시스템의 분쇄력은 9.20 kg 이상을 가할 수 있도록 설계를 행하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구에서는 폐기되고 있는 포도 씨를 이용한 새로운 형태의 건강식품 또는 가공 식품화를 위해 씨앗의 압축강도를 포함한 기계적, 물리적 특성을 구명하고, 이러한 특성을 기준으로 포도씨앗 가공이 가능한 기계적 시스템의 개발 가능성에 대해서 검증하였다.

1. 씨의 품종별 함수율은 머루포도가 30%이상으로 가장 높게 나타났으며 세레단이 약 28%로 함수율이 높았다. 열처리한 볶음 씨의 경우는 8.796%로 가장 낮게 나타났으며, 2001년산 캠벨얼리와 거봉이 각각 10.894%, 12.181%로 나타났다. 캠벨얼리 2000년 산의 경우에는 14.382%로 2001년 산에 비해 약 3.5%정도 높게 나타났다. 이는 생산된 시기보다는 보관하는 동안의 환경에 따라 차이가 생긴 것으로 판단된다.

2. 포도 씨의 품종별 생물학적 강도는 열처리한 포도씨 11.33 kg, 거봉씨 10.65 kg, 캠벨얼리 2000년 산 8.54 kg, 세레단씨 8.37 kg, 캠벨얼리 2001년 산 8.24 kg의 순으로 열처리한 포도 씨가 가장 강하였고 실험에 이용한 360개의 시료에 대한 생물학적 항복강도의 평균은 4.6 kg으로 나타났으며, 항복강도의 최대값의 평균은 6.72 kg으로 나타났다. 전체 시료에 대한 극한강도의 평균은 6.78 kg으로 나타났으며, 극한강도의 최대값의 평균은 9.20 kg으로 나타났다. 이는 생물학적 항복강도에 비해 약 60%증가한 값이다.

3. 하중의 재하속도에 따른 압축강도, 항복강도 및 극한강도의 변화사이에 유의성을 찾기는 쉽지 않지만 일반적인 압축강도의 변화와 마찬가지로 재하속도가 빠를수록 강도의 크기가 강하다는 것을 알 수 있었고 극한강도를 기준으로 포도 씨 가공을 하고

자 할 때, 시스템의 설계에 이용할 극한강도는 열처리한 씨를 기준으로 시스템의 분쇄력은 9.20 kg 이상으로 설계를 행하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 농림부 농림기술센터 과제에 의해 지원된 연구 과제의 일부이며 이에 감사드립니다.

문 헌

- 김만수, 김성래, 박종민, 명병수. 1990. 벼 생물체 항복강도 및 극한강도, 한국농업기계학회지 **15**(2): 99-109
- 김만수, 김성래, 박종민. 1990. 벼의 리올로지 특성(I), 한국농업기계학회지 **15**(3): 207-218
- 김만수, 김성래, 박종민. 1990. 벼의 리올로지 특성(II), 한국농업기계학회지 **15**(3): 219-229
- 농수축산신문편. 2001. 한국식품연감, 서울, 125-127
- 이광연, 고팡출, 이재창, 유영산, 김선규. 1985. 앞으로의 포도재배, 대한교과서주식회사, 1-7
- 윤형식, 권중호, 황주호, 최대춘, 신대춘, 신대휴. 1982. 폐기종실의 식량자원화에 대하여, 제1보 포도씨의 화학적 조성, 한국식품과학회지 **14**: 250-254
- 황종택. 1997. 포도씨의 이화학적 특성, 공주대학교 산업개발대학원 석사학위논문
- 황종택, 강한철, 김태수, 박원종. 1999. 포도씨의 지방질 조성 및 생화학적 특성, 한국식품영양학회지 **12**(2): 150-155
- 渡邊正平, 飯野修一, 加加美久, 風間敬一. 1987. 醸協. **72**: 797-801
- AOAC. 1990. Official Method of Analysis, 15th. Association of Official Analytical Chemist, Wastington D.C
- ASAE Year Book. 1983. *Standard S 352.2*: 332-335
- Chen, P. and R. B. Fridley. 1972. Analytical method for determining viscoelastic constants of agricultural materials. *Trans. of the ASAE* **15**(6): 1103-1106
- Fazli, G., Ciolluffo, V., Indovina, M. C. and Pirrone, L. 1982. *Rivista delle Societa Ltaliana di delle' Alimentazione*. **11**: 349-340
- Finney, E. E., C. W. Hall and G. E. Mase. 1964. Theory of linear viscoelasticity applied ti the potato. *J. Agri. Eng. Res.* **9**(4): 307-312
- Gattuso, A. M., Fazio, G. and Gilluffo, V. 1983. *Rivista delle Societa Italiana Scienza delle'Alimentazione*. **12**: 47-51
- Grigorashvili, G. Z., Moniava, I. I., Lekiasvili, E. I., Beliasvili, N.N and Maglaeridze, N. D 1981. *Voprosy Pittiya* **6**: 37-39
- Gyasi, S., R. B. Fridley and P. Chen. 1981. Elastic and

- viscoelastic poisson's ratio determination for selected citrus fruits. *Trans. of the ASAE* **24**(3): 747-750
- Hammerle, J. R. and N. N. Mohsenin. 1970. Tensile relaxation modulus of corn horny endosperm as a function of time, temperature and moisture content. *Trans. of the ASAE* **13**(3): 372-375
- Kang Han-Chul, Park Won-Jong, Kim Si-Dong and Park Jong-Cheon 1998. Characterization of Grape Seed Oil, *Agric. Chem. Biotechnol.* **41**(8): 578-582
- Ishibashi, S. and T. Kojima. 1970. Studies on mechanical properties of agricultural products (II). *J. of JSAM.* **32**(1): 59-64
- Kojima, T. 1975. Study on the physical properties of the horticultural products (I). *J. of JSAM.* **36**(4): 549-554
- Zeany, B. A., Abdel-Kawy, M. and Amer, M. M. 1982. *Grasas Y Aceites* **33**: 212-215