

ENGINEERING

Comparison of the physical characteristics according to the varieties of perilla for the development of a high-quality, high-efficiency cleaner and stone separator

Jong Ryul Park¹, Heo Man Park², Hye Rin Park¹, Gye Hoon Yang¹, Jung Hyun Lee^{3,*}

¹Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 54875, Korea

²Department of Animal Biotechnology & Environment, National Institute of Animal Science, Wanju 55365, Korea

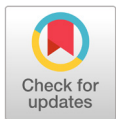
³Department of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

*Corresponding author: Leejh2007@cbnu.ac.kr

Abstract

The physical characteristics of the major varieties of perilla were analyzed to use as basic data for the design of a high-quality, high-efficiency perilla cleaner and stone separator. Because the size, thousand-grain weight, angle of repose, angle of friction, bulk density and terminal velocity of perilla have significant differences according to the perilla variety, the different of characteristics by variety should be considered for performance improvement of a perilla cleaner and stone separator. Therefore the cleaner and stone separator using a sieve could be improved by the application of a detachable sieve or by using equipment such as a 2 - 3 stage sieve and regulating the slope. Moreover, because differences in the terminal velocity occur due to the differences in the size and thousand-grain weight according to the perilla variety, a blower with an adjustable fan speed was considered for the design of the improved cleaner. Additionally, it was shown that the length of perilla has the greatest correlation based on a comparison of the coefficients of the other characteristics. Accordingly, the length of perilla could be used as a major factor for the fine adjustment and parts replacement of the device. These results can be used as basic data for a high-quality, high-efficiency perilla cleaner and stone separator. In the future, the development of the machine and follow-up studies based on the basic data are needed to determine the optimized operating conditions and mechanism of action.

Keywords: cleaner, perilla, physical characteristics, stone separator



OPEN ACCESS

Citation: Park JR, Park HM, Park HR, Yang GH, Lee JH. 2020. Comparison of the physical characteristics according to the varieties of perilla for the development of a high-quality, high-efficiency cleaner and stone separator. Korean Journal of Agricultural Science 47:717-726. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20200058>

Received: April 02, 2020

Revised: August 09, 2020

Accepted: September 01, 2020

Copyright: © 2020 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

들깨(*Perilla frutescens* (L.) Britton)는 한국, 중국, 일본, 중국 동북부 등에서 재배되어온 기름 작물로서, 현재는 들깨가루, 들기름, 들깨젤리, 들깨강정, 들깨차, 들깨즉석음식 등 다양한 가공식품으로 이용되고 있다. 특히, 들기름에 들어 있는 α -리놀렌산은 오메가-3 지방산으로 고혈압 등 성인병 예방과 학습능력 향상에 효과적이라는 사실이 밝혀지면서 1인당 연간소비량

이 2012년 1.02 kg에서 2016년 1.52 kg으로 점차 증가하였다(Choi, 2015; MAFRA and aT, 2017). 또한 들깨는 식물성 유지, 사료, 육류의 향신료, 비누 및 세제, 음식료 및 빵 소재 등 다양한 형태의 부가가치 창출이 가능한 것으로 평가되어, 농가의 고소득작물로 자리를 잡고 있다(Lee, 2016). 이에 따라 들깨의 재배면적은 2008년 26,760 ha에서 2016년 45,474 ha로 70%가량 증가하였고, 생산량도 2008년 24,205톤에서 2016년 52,024톤으로 2배 이상 증가하였다(KOSTAT, 2017). 또한 최근 가공식품 제조기술의 발달과 들기름에 대한 관심 증가에 힘입어 다양한 특성의 들기름 제품이 출시되고 있으며, 들기름의 맛과 용기, 제조공정을 차별화한 제품 외에, 식품기업 뿐만 아니라 유통업체에서도 자체 브랜드를 통해 들기름을 판매하고, 국내 소비 시장을 넘어 수출 다변화를 고려한 해외 기관 인증 들기름도 등장하는 추세이다(MAFRA and aT, 2017). 들깨의 가공품 생산과정에서 원료의 정선 및 석발은 품질에 직접적인 영향을 미치는 매우 중요한 과정이다. 그러므로 고품질의 들깨 가공식품을 생산하기 위해서 현재 주로 인력에 의존하고 있는 들깨의 수확 후 처리기술 향상 및 농가나 작목반에 적합한 산지처리 기계화가 요구되고 있다.

그러나 들깨의 정선 및 석발의 기계화를 위해서는 대상작물의 물리적 특성 분석이 무엇보다 중요하다. 작물의 종류에 따라 크기와 형상 등에 차이가 존재하므로 물리적 특성도 큰 차이를 보이게 되며, 동일한 작물 내에서도 품종의 종류에 따라 크기나 천립중, 산물밀도 등에 차이를 나타낸다. 따라서 고품질 및 고효율의 장치 제작을 위해서는 대상 작물 고유의 물리적 특성을 분석하고, 그 특성에 맞는 설계가 이루어져야 한다. 주요 물리적 특성이 설계에 미치는 영향은, 시료의 수분량에 따라 크기, 천립중 등에 영향을 미칠 수 있으므로 대상 작물의 보편적인 함수율 측정이 필요하다. 크기의 경우는 정선을 위한 체망 크기의 설계를 위해 사용될 수 있으며, 천립중과 종말속도는 정선을 위한 풍속 및 풍량 설계자료로 사용될 수 있다. 또한 안식각, 마찰각 및 산물밀도는 호퍼, 저장장치의 경사각 및 크기의 설계에 이용된다.

Lee et al. (2011), Lee et al. (2018), 및 Lee et al. (2020)은 각각 다유, 들샘, 소담 들깨 품종에 관한 육성 및 영양학적 특성에 관해 보고하였으며, Choung (2005)는 종실 들깨와 앞들깨에 대한 주요 특성을 비교하는 등 들깨에 관한 생육 및 영양학적 특성에 관한 많은 연구가 이루어져 왔으나, 물리적 특성에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 효율성 및 품질 향상이 가능한 장치의 설계를 위해서는 대상 작물의 주요 물리적 특성에 대한 측정 및 분석이 요구되며, 제작된 장치를 품종에 따라 미세조정 및 변경하기 위해서는 특성간 상관관계 분석이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 고품질의 들깨 가공품 생산을 위한 정선 및 석발 장치의 기초자료로서 활용하기 위해, 우리나라에서 재배되고 있는 주요 품종의 물리적 특성을 분석하여 품종에 따른 차이를 구명하고, 특성간의 상관관계를 분석하였다.

Materials and Methods

실험재료

본 실험에 사용된 들깨는 국내 생산 비중 및 크기에 따라 다유, 새엽실, 들샘, 소담의 4 품종을 선정하여 비교 분석하였다. 다유 및 새엽실은 현재 및 과거 생산 비중이 가장 높은 품종이며, 들샘 및 소담은 다양한 크기에 따른 특성을 분석하기 위해 선정하였다. 다유 품종은 시중에 판매되고 있는 제품을 구입하였으며, 새엽실, 들샘 및 소담 품종은 국립식량과학원 남부작물부에서 2018년 수확된 종자를 지원받은 것이다. 실험에 사용된 시료는 품종별로 각각 5 kg이었으며, Fig. 1에 각 품종의 외관을 나타내었다.



Fig. 1. Appearance according to variety of perilla seed.

함수율

함수율은 상압정온건조법을 이용하여 측정하였다. 무작위로 선택한 시료 10 g을 전자저울로 측정하고, 드라이 오븐(FSI-9100, E-Science, Daegu, Korea)에서 135°C - 24시간 건조하였다. 함수율은 건조 전·후의 중량변화를 이용하여 식(1)을 통해 습량기준 함수율로 계산되었다. 함수율 값은 5회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

$$M_w = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \quad (1)$$

여기서, M_w 는 습량기준 함수율(%)이며, W_i , W_f 는 각각 건조전 중량(g) 및 건조후 중량(g)이다.

크기 및 구형률

들깨의 품종별 크기는 각각 100 립의 정상립을 무작위로 추출하여 길이, 폭 및 두께를 디지털 버니어캘리퍼스(M-100, MITUTOYO, Kanagawa, Japan)로 측정하여 평균값으로 나타내었다. 구형률은 각각의 정상립에 대하여 Keum (2008)의 식(2)을 이용하여 계산하였다.

$$S = \frac{(L \times W \times T)^{1/3}}{L} \times 100 \quad (2)$$

여기서, S 는 구형률(%), L , W , T 는 각각 길이(m), 폭(m), 두께(m)이다.

천립중

천립중은 무작위로 정상립 1,000 립을 추출하여 전자저울(Wd-1000, TYO, Tokyo, Japan)로 측정하였으며, 10 회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

안식각

시료 퇴적층의 자유표면이 수평면과 이루는 각도를 의미하는 안식각은 Sim (2005)의 방법을 변형하여 측정하였다. 안식각 측정은 직경 90 mm의 원반으로부터 50 mm높이에 호퍼 출구를 고정시키고 시료를 자유낙하시켜 퇴적층의 높이를 측정하고, 식(3)을 이용하여 계산하였다. 측정값은 10 회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다.

$$\theta_d = \left(\tan^{-1} \frac{H}{D/2} \right) \times \frac{180}{\pi} \quad (3)$$

여기서, θ_d 는 안식각($^{\circ}$), H 는 퇴적층 높이, D 는 원반의 직경이다.

마찰각

마찰각은 Kim et al. (2018a)의 방법을 적용하여 0° 의 경사각에 1 kg의 시료를 균평하게 두고, 경사각을 조절하여 90% 이상의 시료가 흘러내리는 순간의 마찰각을 측정하였다. 각 품종에 따라 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

산물밀도

산물밀도는 USDA (2016)의 방법을 이용하여 측정하였다. 출구지름 31.75 mm의 깔때기 형태의 호퍼에 시료를 채우고, 깔때기 출구로부터 용기의 윗부분까지 높이 50.80 mm에 위치시킨 체적 1 L의 원통형 용기에 자유낙하시킨 후, 균평한 중량을 전자저울(Wd-1000, TYO, Tokyo, Japan)을 사용하여 측정하였다. 산물밀도 값은 시료용기 체적에 대한 중량비($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)로 계산되었으며, 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

종말속도

물체의 항력과 물체의 순수한 중력이 같아지는 순간의 속도를 의미하는 종말속도는 Kcum (2008)의 식(4)를 이용하여 계산되었다.

$$V_t = \frac{\mu \times Re}{\rho_f \times d} \quad (4)$$

여기서, V_t 는 종말속도($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), μ 는 공기의 점성계수(Pa·s), Re 는 물체의 Reynold 수, ρ_f , d 는 각각 공기의 밀도($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) 및 물체의 직경(m)이다.

통계분석

통계분석은 SPSS(Statistical package for the social sciences 25, IBM, New York, USA) 통계 프로그램을 이용하여 일원분산분석(One-Way ANOVA)방법으로 유의수준 0.05에서 품종 간의 유의성을 분석하였다. 또한, 측정된 특성간의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson 상관계수(correlation coefficient)를 계산하여 나타내었다.

Results and Discussion

들깨 품종에 따른 물리적 특성

Table 1은 들깨 품종에 따른 함수율을 나타낸 것이다. 모든 품종의 함수율은 7.40 - 8.00% (w.b.)으로 비슷한 값을 보였으며, 품종에 따른 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 따라서 들깨의 품종에 따른 기하학적 및 물리적 특성을 측정함에 있어 함수율에 의한 차이는 크지 않을 것으로 판단되어 품종에 의한 차이 비교가 가능하였다.

Table 1. Compost standard of fertilizer process standard.

Variety	Dayu	Deulsaem	Saeyupsil	Sodam
Moisture ratio (%)	7.50 ± 0.00a	8.00 ± 0.55a	7.60 ± 0.37a	7.40 ± 0.20a

a: Means with same letter are not significantly difference ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

측정된 들깨의 크기를 Fig. 2에 나타내었다. 들깨 길이, 폭 및 두께는 각각 2.34 - 2.74, 1.62 - 1.74, 2.01 - 2.21 mm로 나타났으며 품종에 따라 유의한 차이를 보였다. 새엽실 품종은 길이, 폭 및 두께 모두 다른 품종에 비해 가장 큰 값을 보였으며, 소담 품종이 가장 작은 값을 나타내었다. 다유 및 들샘 품종은 길이에서 유의한 차이가 없었으나, 폭 및 두께에서는 유의한 차이가 나타났다. 따라서 고효율의 정선 및 석발기를 제작하기 위해서는 품종에 따른 외형적 특성을 고려해야 할 것으로 판단되었다. 측정 결과에 따라 다유 및 들샘 품종을 위한 정선용 체망 크기는 2.0 - 2.5 mm이 적정하나 새엽실 품종을 정선하기에는 다소 작아 정선효율이 떨어질 것으로 여겨졌다. 따라서 정선 및 석발 효율을 높이기 위해서는 체망 교체 방식 또는 2-3 단의 다단식 체망으로 장치를 설계해야 할 것으로 판단된다.

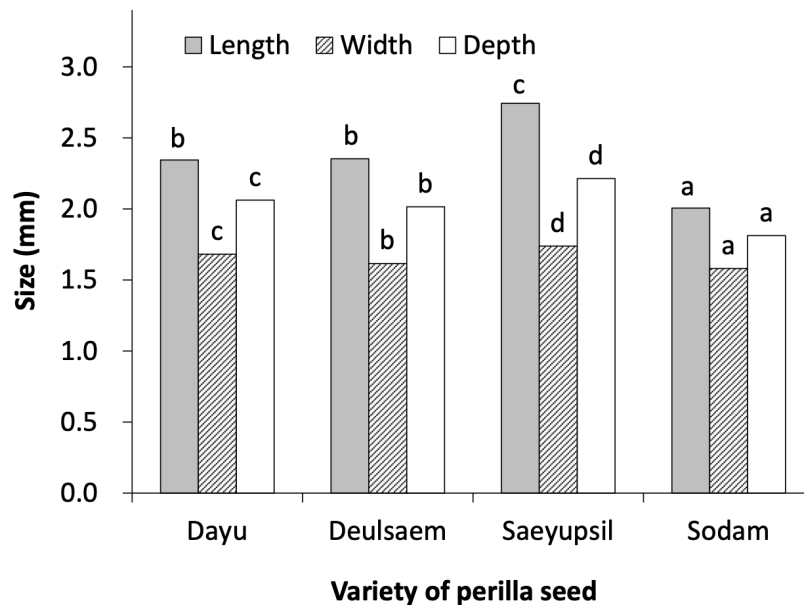


Fig. 2. Comparison of size according to variety of perilla seed. a - d: Means with same letter are not significantly difference ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

Fig. 3에 들깨 종자의 품종에 따른 천립중을 나타내었다. 들깨의 천립중은 2.43 - 4.61 g으로 나타났으며, 품종에 따른 차이를 보여 새엽실 품종이 가장 큰 4.61 g으로 다른 품종에 비해 0.93 - 2.18 g 높은 값을 나타내었으며, 소담 품종이 2.43 g으로 다른 품종에 비해 1.18 - 2.18 g 낮아 가장 작은 값을 보였다. 다유 품종 및 들샘 품종의 경우 유의적인 차이는 보이지 않았다. 이러한 결과는 들깨의 크기와 동일한 경향을 나타내었으며, 품종간 함수율 차이가 거의 없으므로 크기가 클수록 천립중도 증가할 것이라는 예측과 일치하였다.

들깨의 품종에 따른 안식각 및 마찰각은 Fig. 4에 나타낸 바와 같이, 각각 28.66 - 31.84°, 19.18 - 25.57°의 기울기를 보였으며, 품종에 따라 유의한 차이가 있었다. 새엽실 품종의 안식각 및 마찰각이 다른 품종에 비해 크고, 소담 품종의 기울기가 비교적 작은 값을 보였다. 안식각 및 마찰각의 측정 결과에 따라 들깨 종자의 투입, 배출, 이송 등을 위한 각도는 25° 이상의 기울기로 설계해야 할 것으로 판단된다. 또한 정선 및 석발 체망 기울기는 마찰각을 고려하여 26° 이상으로 설계해야 하는 것으로 사료되었으나, 소담 품종은 마찰각이 19.18°이므로 체망 기울기가 26°라면 종자가 체망에 체류하는 시간이 지나치게 짧아 정선 및 석발 효율이 감소할 것으로 예상된다. 따라서 품종에 따라 적정 마찰각이 다르므로 다양한 품종에 적용하기 위해 정선 및 석발 체망은 기울기 조절식 구조로 설계해야 할 것으로 판단되었다.

산물밀도는 공극률이 포함된 밀도값으로 농산물의 호퍼 및 저장고 설계를 위한 기초자료로 활용된다. 측정된 들깨의 산물밀도를 Fig. 5에 나타내었으며, 측정값은 408.19 - 504.79 kg·m⁻³로 품종에 따라 유의한 차이를 보였다. 소담 품종이 다른 품종에 비해 17.21 - 23.67% 낮아 가장 작았으며, 새엽실 품종이 다른 품종에 비해 3.93 - 19.14% 높아 가장 큰 값을 나타내었다. 따라서 측정된 산물밀도를 기준으로 들깨 100 kg을 담을 수 있는 호퍼 용량은 0.25 m³ 이상으로 설계해야 하는 것으로 판단되었다. 그러나 이물의 혼입이나 종류에 따라 공극률이 달라져 산물밀도도 변화하며, 정선 및 석발이 이루어지지 않은 들깨의 경우 이물이 다량 혼합되어 있으므로 정선기 및 석발기 호퍼의 용량은 충분한 여유를 두고 설계해야 할 것으로 사료된다.

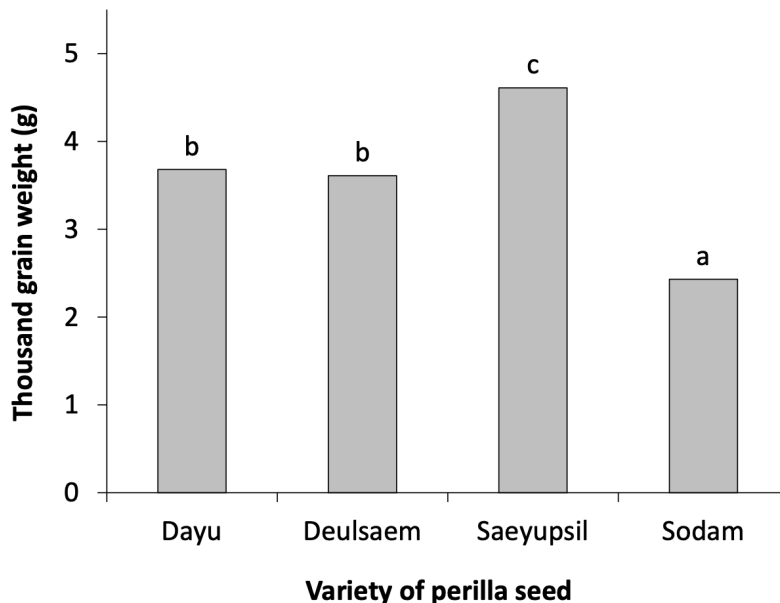


Fig. 3. Comparison of thousand grain weight according to variety of perilla seed. a - c: Means with same letter are not significantly difference ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

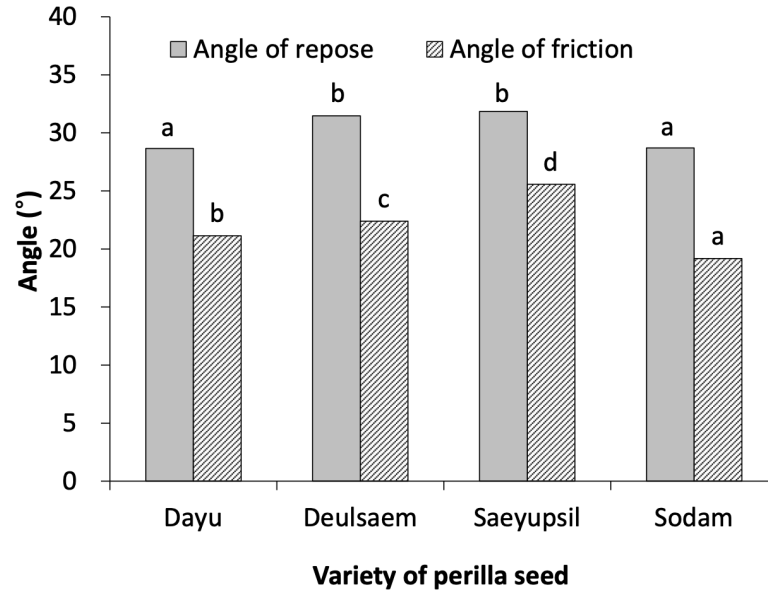


Fig. 4. Comparison of repose angle and friction angle according to variety of perilla seed. a - d: Means with same letter are not significantly difference ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

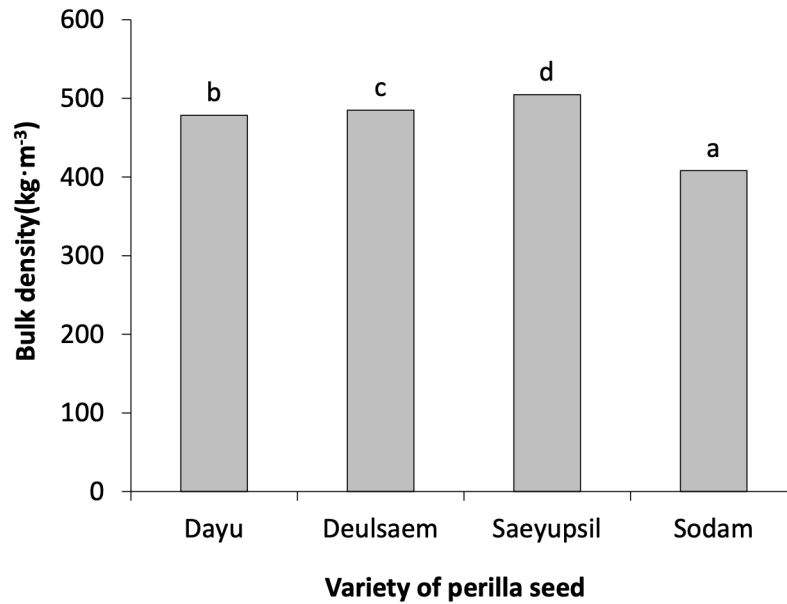


Fig. 5. Comparison of bulk density according to variety of perilla seed. a - d: Means with same letter are not significantly difference ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

종말속도는 물체가 자유낙하 할 때 물체의 항력과 중력이 같아지는 순간의 물체의 낙하속도를 의미하며 부유속도라고도 한다(Kcum, 2008). 종말속도 보다 빠른 풍속은 물체를 날리고, 종말속도보다 약하면 물체는 중력에 의해 떨어지게 되므로 풍선장치의 풍속을 설계하기 위해 사용된다. Fig. 6에 각 품종에 따른 종말속도를 나타내었다. Fig. 6에 나타낸 바와 같이 계산된 종말속도는 5.25 - 5.97 $m \cdot s^{-1}$ 의 값을 보였다. 품종에 따른 차이는 새엽실 품종이 가장 높은 값을 나타내 다른 품종에 비해 0.10 - 0.73 $m \cdot s^{-1}$ 빠른 속도를 보였으며, 소담품종은 5.25 $m \cdot s^{-1}$ 로 가장 느린 값을 나타내었다. 대유 및 들샘 품종의 경우 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 들깨의 풍선을 위한 풍속은 5.5 $m \cdot s^{-1}$ 수준인 것으로 나타났다. 그러나 품종에 따라 유의한 차이를 보였으므로, 효율적인 정선을 위해서는 품종에 따른 풍속 조절이 필요한 것으로 사료된다. 그러므로 들깨 정선을 위한 풍선장치의 설계시, 송풍기의 속도제어 등을 통해 풍속 조절이 가능해야 할 것으로 판단된다.

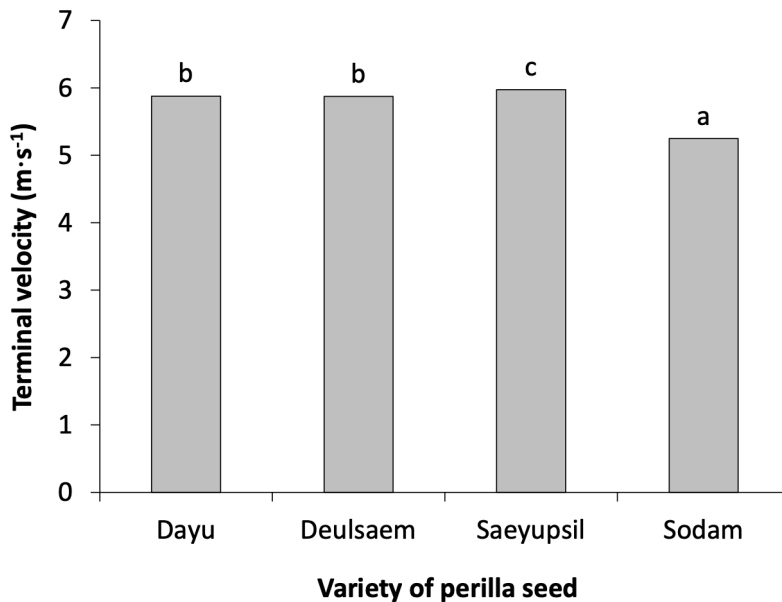


Fig. 6. Comparison of terminal velocity according to variety of perilla seed. a - c: Means with same letter are not significantly difference ($p < 0.05$, Duncan's multiple range test).

물리적 특성간의 상관관계

Table 2는 들깨의 물리적 기하학적 특성간의 Pearson 상관관계를 분석한 결과를 나타낸 것이다. Pearson 상관관계는 0을 기준으로 값이 1 또는 -1에 가까울수록 특성간 선형적 상관관계가 강한 것을 의미한다. 상관관계 값에 따른 정도는 상관관계 값이 0.3 - 0.7 또는 -0.3에서 -0.7인 경우 강한 상관관계, 0.7 이상 혹은 -0.7 이하에서는 매우 강한 상관관계인 것을 나타낸다(Kim et al., 2018b). 장치의 설계에 있어 상관관계 분석은 다른 특성에 대해 강한 상관관계를 갖고 있는 주요 특성을 확인하고 분석함으로써, 다양한 품종에 적용 가능하도록 장치를 미세조정 및 변경하기 위한 기초자료로서 사용될 수 있다.

Table 2에 보이는 바와 같이, 대부분의 특성 값 사이에서 선형적인 상관관계를 나타내었으며, 일부 특성간에서는 0.7 이상 또는 -0.7 이하의 매우 강한 상관관계를 보였다. 들깨의 특성간 상관관계는 길이가 다른 특성들과 가장 큰 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 길이의 경우 폭 및 안식각을 제외한 모든 특성과 매우 강한 상관관계를 나타내었으며, 폭 및 두께에서는 구형률 및 안식각을 제외한 특성들에서 0.4이상의 강한 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 들깨의 길이가 증가함에 따라 두께, 폭, 천립중, 마찰각, 산물밀도, 종말속도가 증가하고, 구형률은 감소하는 선형적 상관관계를 나타내는 것이다.

Table 2. Pearson’s correlation coefficients of characteristics according to variety of perilla seed.

Characteristics	Length	Width	Depth	Sphericity rate	Thousand grain weight	Angle of repose	Angle of friction	Bulk density
Width	0.581**	-						
Depth	0.814**	0.674**	-					
Sphericity rate	-0.763**	0.009	-0.322**	-				
Thousand grain weight	0.908**	0.602**	0.711**	-0.586**	-			
Angle of repose	0.557**	0.081	0.282	-0.611**	0.614**	-		
Angle of friction	0.848**	0.468**	0.582**	-0.636**	0.884**	0.707**	-	
Bulk density	0.832**	0.596**	0.666**	-0.520**	0.941**	0.623**	0.837**	-
Terminal velocity	0.782**	0.623**	0.653**	-0.445**	0.906**	0.538**	0.765**	0.765**

** Significant at 0.01 levels, respectively.

Bold type font: Values between 0.7 and 1.0 (- 0.7 and - 1.0) indicate a strong positive (negative) linear relationship.

들깨 품종에 따른 차이를 정선 및 석발 장치의 설계에 반영하기 위해 대상 들깨품종의 길이를 이용하여 다른 물리적 특성을 예측하고, 예측된 결과를 바탕으로 들깨 품종에 따른 장치의 미세 조정 및 변경이 가능할 것으로 판단된다. 즉, 들깨의 길이와 마찰각 및 종말속도는 매우 강한 양의 상관관계를 보이므로, 품종의 변경에 따른 정선 장치의 미세조정에서 길이가 긴 품종의 경우 경사각 및 풍속을 증가시키는 것으로 정선 효율을 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

Conclusion

고품질·고효율의 들깨 정선 및 석발장치의 설계를 위한 기초자료로서 활용하기 위해 들깨의 주요 품종별 물리적 특성을 분석하였다. 들깨의 크기, 천립중, 안식각, 마찰각, 산물밀도 및 종말속도에서 품종에 따라 유의한 차이를 보여 들깨 정선 및 석발장치의 성능향상을 위해서는 품종에 따른 특성을 고려하여 설계해야 할 것으로 판단되었다. 따라서 체망을 통한 정선 및 석발장치에서는 체망 교체방식 또는 2 - 3단 체망의 설치, 기율기의 조절을 통해 효율향상이 가능할 것으로 판단되었다. 또한 들깨의 품종에 따른 크기 및 천립중의 차이에 따라 종말속도의 차이가 발생하므로, 효율적인 정선을 위해서는 품종에 따른 풍속조절이 가능한 송풍장치의 설계가 필요할 것으로 사료되었다. 들깨의 특성간 상관관계는 길이가 다른 특성들과 가장 큰 상관관계를 가지는 것으로 나타나, 들깨 길이를 장치의 미세 조정 및 변경을 위한 요인으로서 활용 가능할 것으로 사료되었다. 이러한 결과를 바탕으로 들깨의 고품질·고효율 정선 및 석발을 위한 기초자료로서 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 정확한 가동조건 및 메커니즘의 구명을 위해서는 기초자료를 반영한 기계개발 및 후속적인 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

Acknowledgements

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ014320)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Authors Information

Jong Ryul Park, <https://orcid.org/0000-0002-7624-1770>

Heo Man Park, Department of Animal Biotechnology & Environment, National Institute of Animal Science, Agricultural Research Official

HyeRin Park, Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Researcher

Gye Hoon Yang, Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Researcher

Jung Hyun Lee, <https://orcid.org/0000-0002-1706-8015>

Reference

- Choi YS. 2015. Uses and values of perilla (*Perilla frutescens* var. *frutescens*) as a functional oil source. Korean Journal of Plant Resurrection 22:135-144. [in Korean]
- Choung MG. 2005. Comparison of major characteristics between seed perilla and vegetable perilla. Korean Journal of Crop Science 50:171-174. [in Korean]
- Keum DH. 2008. Post-harvest process engineering. CIR, Seoul, Korea. [in Korean]
- Kim H, Kim W, Lee HJ, Han JW. 2018a. Physical properties analysis for automated process design of solar salts. Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology 11:408-413. [in Korean]
- Kim HS, Oh IK, Yang SK, Lee SY. 2018b. A comparison of rheological measurement methods of instant cooked rice by a texture analyzer. Food Engineering Progress 22:381-385. [in Korean]
- KOSTAT (Statistics Korea). 2017. Statistics of cultivated area and production of perilla in Korea. Korean Statistical Information Service. Accessed in <https://kosis.kr/index/index.do> on 1 September 2017. [in Korean]
- Lee KY. 2016. Expansion of perilla cultivation and creation of added value. ChungNam Institute, Gongju, Korea. [in Korean]
- Lee MH, Jung CS, Oh KW, Park CB, Kim DG, Choi JG, Nam SY. 2011. A new perilla cultivar for edible seed 'Dayu' with high oil content. Korean Journal of Breeding Science 43:616-619. [in Korean]
- Lee MH, Kim JI, Kim SU, Oh EY, Pae SB, Hwang CD, Song DY, Oh KW, Ha TJ, Jung CS, Kwak DY. 2020. Development of perilla cultivar 'Sodam' with high alpha-linolenic acid content and upright growth with narrow branch angle for edible seeds. Korean Journal of Breeding Science 52:140-144. [in Korean]
- Lee MH, Kim JI, Kim SU, Pae SB, Hwang CD, Song DY, Oh KW, Oh EY, Ha TJ, Lee BK, Jung CS, Baek IY. 2018. Development of perilla cultivar 'Deulsaem' with high yield and oil content for edible seed. Korean Journal of Breeding Science 50:161-164. [in Korean]
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), aT (Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation). 2017. Current state of mark segment for processed food in 2017. MAFRA and aT, Sejong and Naju, Korea. [in Korean]
- Sim CH. 2005. Change in angle of repose of potato starch by planetary milling. Food Engineering Progress 9:97-103. [in Korean]
- USDA (United States Department of Agriculture). 2016. Equipment handbook: Chapter 5 test weight per bushel apparatuses. USDA, Washington D.C., USA.