

밤 외피 경도가 화염박피 특성에 미치는 영향

Effects of Flame Peeling Characteristics on the Hardness of the Chestnut Shells

김종훈*

정희원

J. H. Kim

박재복*

정희원

J. B. Park

최창현**

정희원

C. H. Choi

김재민*

정희원

J. M. Kim

ABSTRACT

It was intended to investigate that how hardness of chestnut shell affects the flame peeling characteristics of Korean Chestnut. Effects of the hardness on the flame peeling characteristics need to be found to establish the optimum drying conditions for chestnut of various cultivars, sizes and harvested years.

The equation based on the hardness of the chestnut shells was developed. It was found that the flame peeling characteristics of the corresponding to the various drying conditions did not differ significantly to the groups with the same hardness. The flame peeling characteristics of the chestnut with the same hardness were not influenced by cultivars, size, and harvested year.

The peeling ratio and the heating depth were increased by decrease of the hardness of the chestnut shells. On the other hand, the peeling ratio and the heating depth were increased as the flame temperature was increased with the same hardness. When the heating depth was limited to 2.1 mm regarding the process characteristics and the damage ratio, the proper hardness and peeling ratio of chestnut shells were 1,369.8 g/mm² and 83.9 %, respectively, at the flame temperature of 700°C. And also 1,517.7 g/mm² and 80.7 % at 750°C.

주요용어(Key Words): 밤(Chestnut), 화염박피(Flame Peeling), 경도(Hardness)

1. 서 론

국내 밤 생산량은 1970년대 이후 꾸준히 증가하여 년간 10만톤을 상회하고 있으며, 세계 생산량의 20%를 차지하고 있다. 밤의 수출도 1971년 이후 증가하여 1992년에 32,855톤을 수출하였고, 1996년에는 국내 밤 생산량 108,346톤 중에서 29,450톤을 수

출하였으며, 수출액은 1억 1천 2백만 달러에 달하고 있다. 주요 임산물의 수출 실적은 수출액 기준으로 석재류가 30%, 밤이 28%, 목재류가 17%, 합판이 13%, 표고버섯 및 기타버섯이 9%로, 밤은 임산물 수출에서 중요한 비중을 차지하고 있는 수출품목이다. 국내에서 밤 박피 가공기술에 관한 연구는 1970년대 후반부터 1980년대 초까지 밤 겹질을 화학적으로

* 한국식품개발연구원

** 성균관대학교 생명자원과학대학 생물기전공학과

처리하는 방법, 밤 껍질의 연소방법, 절단 칼날을 이용한 방법 등이 수행되었으나 실제로 산업화되어 국내의 밤 박피 가공공장에 활용되지는 못하였다. 최근 김 등(1997)은 화염박피(flame peeling) 방법을 이용한 밤 박피 시스템을 개발하여 발표 하였으며, 개발된 시스템은 산업화가 가능한 것으로 보고하였다.

김 등이 발표한 밤 박피 시스템의 박피공정은 원료밤 선별, 저장, 밤 외피 건조처리, 화염박피, 마찰식 내외피 제거 등으로 화염박피전 건조과정을 거치게 되어 있다. 이 건조처리 과정은 밤 외피의 경도를 낮추어 화염박피 효율을 높이기 위한 전처리 공정으로서 박피공정에 있어서 중요한 역할을 하고 있다. 김 등은 건조온도 50~80°C, 건조시간 10~70분 범위에서는 밤 과육의 화학적 특성과 물리적 특성에는 큰 영향을 미치지 않고, 건조처리시 밤 외피의 경도가 떨어지는 것으로 나타나며, 1996년산 추파품종의 경우 적정 건조조건이 건조온도 60°C, 건조시간 40분으로 발표하였다. 그러나 밤은 임산물로서 품종, 크기 및 생산년도별로 외피의 물리적 특성이 다르므로, 적정 건조처리 조건은 밤의 품종, 크기 및 생산년도에 따라 다르게 나타난다. 그러므로 발표한 밤 박피 시스템이 산업화되려면 밤 외피의 물리적 특성 중에서 화염박피에 가장 큰 영향을 미치는 밤 외피 경도에 따른 박피특성을 구명하여 밤의 품종, 크기, 생산년도에 따른 적정 건조조건을 설정할 수 있어야 한다.

본 연구의 목적은 국내산 밤의 품종, 크기 및 생산년도에 따른 밤 외피 경도를 분석하고, 이를 밤 외피의 경도가 화염박피 효율에 미치는 영향을 구명하여, 밤의 품종, 크기, 생산년도에 따른 적정 건조조건 설정방안을 제시하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가. 실험장치 및 재료

본 연구에서 사용한 실험장치는 1997년도에 발표한 화염 박피 시스템을 사용하였으며(김 등, 1997), 본 장치는 밤 원료를 이송 및 공급하는 이송 공급 장치와 이송 공급 장치로부터 공급된 밤에 화염을 분사하여 밤의 내외피를 연소시키는 화염 박피 장치

및 화염 박피 장치에서 내외피가 연소된 밤의 내외피를 마찰력을 이용하여 제거하여 주는 연속 마찰식 내외피 제거장치로 구성되어 있다.

시료는 국내 밤 생산량의 대부분을 차지하는 개량 품종의 은기와 국내 재래품종인 옥광을 사용하였으며, 크기는 중율과 대율, 생산년도는 1996년도와 1997년도에 수확된 밤으로서 2년에 걸쳐 실험이 수행되었다. 이들 시료는 충남 부여시 밤 영농조합에서 생산된 것으로 생율을 육안과 비중선별을 통하여 상처과, 해충과, 비정상과를 제거하고 정상과를 실험에 사용하였다. 비중 선별은 시료채취의 균일화를 위하여 수행되었으며, 선별기준 비중의 염수에서 가라앉는 생율을 채취하여 수도물에서 염을 깨끗이 제거한 후 온도 1°C, 상대습도 80%의 저온 저장고에 저장하여 실험에 사용하였다. 밤 시료의 크기는 현재 국내 밤 생산농가에서 사용하는 밤 크기 선별기를 이용하여 구분하였으며, 중율은 밤의 직경이 30 mm에서 34 mm 미만인 밤이고, 대율은 밤의 직경이 34 mm에서 38 mm 미만인 밤이다.

나. 실험 방법

1) 밤 외피의 경도 측정

건조처리 조건에 따른 밤 외피의 경도는 침투시험(puncture test)을 통하여 측정하였다. 침투실험은 Stable Micro System사(영국)의 텍스쳐 분석기(texture analyzer)를 이용하여 직경 2 mm의 침(probe)을 0.2 mm/s 속도로 밤의 외피로 부터 10 mm까지 침투시켜 밤 외피의 경도를 측정하였다. 침투시험은 간단하면서도 가장 널리 사용되고 있는 조직측정 방법인데 시료조직에 침이 들어가는데 필요한 힘의 합수로 경도나 단단함을 표시한다. 본 시험은 동일한 측정기기에서 동일한 침을 사용하며, 침이 들어가는 깊이 등은 항상 고정되어 있고, 침이 들어갈 때 생기는 마찰은 고려하지 않는다. 이러한 침투실험은 감자의 경도측정(Anzaldua, 1992; Lee, 1982), 채소류의 조직 측정(Moreira, 1994), 토마토의 경도 측정(Voisey, 1992), 사과의 경도 측정(Sams, 1993), 복숭아의 강도 측정(Zhang, 1994; Bourne, 1974), 달걀 껍질의 강도 측정(Williard, 1909), 육류의 조직평가(Dransfield, 1984) 등의 각종 농축산물 조직특성 연

구에 사용되었다.

2) 품종, 크기, 생산년도별 밤 외피의 박피특성 실험

밤 외피의 박피특성 실험에 사용된 시료는 은기와 옥광 품종, 크기는 대율과 중율, 생산년도는 1996년과 1997년에 생산된 밤을 사용하였으며, 2년에 걸쳐 박피실험을 수행하였다. 각 시료별 경도는 1,500, 1,700, 1,900, 2,100 g/mm², 화염온도는 700, 750°C를 사용하였고, 기타 박피가공 조건은 김 등(1997)이 발표한 적정 박피조건인 연소시간 25초, 연속 마찰식 내외피 제거기의 회전속도 160 rpm으로 하였다.

3) 밤 외피 경도별 박피특성 실험

밤 외피의 경도가 박피효율에 미치는 영향을 구명하기 위하여 밤 외피 경도에 따른 화염 박피실험을 수행하였다. 박피실험에서 사용된 밤 외피의 경도는 1,300, 1,500, 1,700, 1,900, 2,100 g/mm², 연소온도는 600, 650, 700, 750, 800°C로 하였고, 기타 박피가공 조건은 연소시간 25초, 연속 마찰식 내외피 제거기의 회전속도 160 rpm으로 하였다. 실험은 각 처리구 별로 공시재료인 100개의 밤을 3회 반복 수행하였으며, 박피율은 투입된 시료 밤에 대하여 박피공정 후 완전히 박피된 밤의 비율로 나타내었고, 박피공정 중 깨진 밤, 상처 입은 밤 및 내피의 일부분이 남아 있는 밤은 박피되지 않은 밤으로 포함시켜 박피율을 계산하였다. 열침투 깊이는 화염박피 후 박피된 밤을 이등분하여 열이 밤 과육에 침투한 깊이를 측정하여 나타내었다. 열침투가 깊어지면 밤의 가공특성이 나빠지고, 생율로 유통 시에는 열침투 부분을 제거하여야 하므로 열침투 깊이는 손실율과 밀접한 관계를 가지고 있어 박피조건을 결정시 중요한 평가 기준이다.

3. 결과 및 고찰

가. 건조처리에 따른 밤 외피의 경도 예측 방정식

원료밤을 건조처리시 밤 외피의 경도변화를 측정하여 실험재료인 1996년산 은기품종 중율, 1997년산

은기품종 중율, 은기품종 대율, 옥광품종 중율에 대하여 외피 경도를 예측할 수 있는 방정식을 구하였다. 본 실험에서는 40, 50, 60, 70, 80°C의 건조온도와 건조시간 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70분의 건조처리구 별로 밤 외피의 경도를 측정하여, 건조처리 조건과 밤 외피 경도를 다중선형 회귀분석(multiple linear regression)을 실시하였다. 회귀분석은 통계프로그램인 SAS 6.11을 사용하였으며, 회귀모형에서 변수선택에서는 R² 선택법을 이용하였다.

밤 외피의 경도 예측 회귀분석 결과, 경도 예측 방정식은 건조온도와 건조시간을 독립변수로 하는 2차 방정식으로 나타났으며, 회귀분석 결과는 표 1과 같다. 표 1에서 보는 바와 같이 실험에 사용한 각 시료에서 밤 외피 경도 예측 방정식의 상관계수(R²)는 0.91 이상이고, 회귀모형의 적합도를 나타내는 F 값은 60.289, 79.998, 55.977, 96.079이며 그 확률은 0.0001로서 통상적인 유의수준 0.05보다 훨씬 적으므로 표 1에서의 밤 외피 경도 예측 방정식은 유의한 것으로 분석되었다.

나. 밤 외피 경도에 따른 박피 특성

1) 외피경도에 따른 건조 조건별 박피 특성

같은 시료에서 동일한 밤 외피의 경도는 여러가지 건조 조건에서 나타날 수 있다. 본 실험에서는 동일한 밤 외피의 경도를 가지는 상이한 건조처리 조건 간에 박피효율의 차이가 있는지를 분석하기 위하여 수행하였다.

1997년산 은기 중율의 경도 예측 방정식에서 밤 외피의 경도가 1,900 g/mm² 일 때 건조처리 조건은 건조온도 40°C · 건조시간 56분, 건조온도 50°C · 건조시간 41분, 건조온도 60°C · 건조시간 32분 및 건조조건 70°C · 건조시간 20분의 4가지 경우로 나타났다. 이들 4가지 건조 조건에 대한 화염박피 실험 결과는 표 2에 나타내었으며, 건조처리별로 연소온도 700°C에서는 57.5, 58.3, 54.4, 48.3%의 박피율을 나타내었으며, 연소온도 750°C에서는 70.3, 69.9, 68.0, 72.4%의 박피율을 나타내었다.

표 2의 건조처리별 박피율을 χ^2 검정에 의한 분산 분석을 통하여 외피 경도가 같을 때 건조처리 조건 간에 박피율이 유의미한 차이를 분석하였으며, 결과

Table 1 Equation for the hardness of the chestnut shells

| $Y = a + bx_1 + cx_1^2 + dx_2 + ex_2^2$ ¹⁾ | | | | |
|---|---------------|----------------|---------|----------|
| Sample (variety_size_year) | Coefficient | R ² | F value | Prob > F |
| Ungi_Medium_1996 | a = 2,177.428 | 0.920 | 60.289 | 0.0001 |
| | b = 33.752 | | | |
| | c = -0.442 | | | |
| | d = -31.506 | | | |
| | e = 0.230 | | | |
| Ungi_Medium_1997 | a = 2,295.581 | 0.938 | 79.998 | 0.0001 |
| | b = 33.387 | | | |
| | c = -0.435 | | | |
| | d = -35.022 | | | |
| | e = 0.272 | | | |
| Ungi_Large_1997 | a = 2,569.302 | 0.914 | 55.977 | 0.0001 |
| | b = 49.907 | | | |
| | c = -0.611 | | | |
| | d = -45.160 | | | |
| | e = 0.347 | | | |
| Okwang_Medium_1997 | a = 2,667.530 | 0.948 | 96.079 | 0.0001 |
| | b = 23.423 | | | |
| | c = -0.343 | | | |
| | d = -29.909 | | | |
| | e = 0.182 | | | |

¹⁾ Equation for the hardness of the chestnut shellswhere, Y : hardness of the chestnut shells, x₁ : drying temperature (°C)x₂ : drying time (min), a, b, c, d, e : coefficient

Table 2 Peeling ratio of chestnut with various drying conditions

| Drying condition | | Flamp temp. (700°C) | | Flame tmeep. (750°C) | |
|------------------|----|---------------------|-----|----------------------|-----|
| | | Peeling rate(%) | STD | Peeling rate(%) | STD |
| 40 | 56 | 57.5 | 3.2 | 70.3 | 4.5 |
| 50 | 41 | 58.3 | 3.5 | 69.9 | 8.2 |
| 60 | 32 | 54.4 | 2.2 | 68.0 | 4.4 |
| 70 | 20 | 48.3 | 7.1 | 72.4 | 3.9 |

는 표 3에 나타내었다. 화염온도 700°C의 경우에는 χ^2 값이 7.52, 확률은 0.0572이고, 화염온도 750°C의 경우에는 χ^2 값이 1.37, 확률은 0.7114로서 동일한 외피 경도에서 건조처리 조건에 의한 박피율의 차이는 없는 것으로 나타났다. 즉, 건조처리 조건이 다르더라도 동일한 경도를 가진 밤의 화염박피 효율에는 차이가 없는 것으로 나타났다.

2) 외피경도에 따른 품종, 크기, 생산년도별 박피 특성

밤은 임산물로서 품종, 크기 및 생산년도에 따라 외피의 물리적 특성이 다르게 나타나므로, 국내산 밤의 화염박피 공정에서 건조처리 조건은 원료밤의

품종, 크기 및 생산년도에 따라 다르게 설정된다. 그러므로 본 실험에서는 동일한 밤 외피 경도일 때 밤의 품종, 크기, 생산년도별로 박피실험을 수행하여 시료간의 박피효율 차이를 분석하였다.

밤 외피 경도가 1,500, 1,700, 1,900, 2,100 g/mm² 일 때 밤의 품종, 크기, 생산년도에 따른 화염박피 실험 결과는 표 4, 5에 나타내었다. 표 4는 화염온도가 700°C에서 품종, 크기, 생산년도에 따른 시료별 박피율을 나타낸 것이고, 표 5는 화염온도가 750°C 일 때 각 시료별 박피율을 나타낸 것으로, 박피율은 매회 100개의 밤을 3회 반복 실험한 평균값이다.

표 4, 5의 박피실험 결과에서 동일한 밤 외피 경도에서 품종, 크기, 생산년도별 시료간에 박피율의 유

Table 3 χ^2 ANOVA results for peeling ratio of chestnut with various drying conditions

| Flame Temp. | Source | DF | Chi-square | Prob. |
|-------------|-----------|----|------------|--------|
| 700 °C | Intercept | 1 | 7.52 | 0.0572 |
| | Condition | 3 | | |
| 750 °C | Intercept | 1 | 1.37 | 0.7114 |
| | Condition | 3 | | |

Table 4 Peeling ratio according to the variety, size, production year, and the hardness of the chestnut shells (flame temperature 700°C)

(unit : %)

| Sample (variety_size_year) | Hardness (g/mm ²) | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------|------|------|
| | 1500 | 1700 | 1900 | 2100 |
| Ungi_Medium_1996 | 74.4 | 65.0 | 51.6 | 32.0 |
| Ungi_Medium_1997 | 75.6 | 66.3 | 54.4 | 35.2 |
| Ungi_Large_1997 | 73.2 | 68.7 | 58.0 | 41.9 |
| Okwang_Medium_1997 | 84.5 | 76.0 | 62.0 | 52.0 |

Table 5 Peeling ratio according to the variety, size, production year, and the hardness of the chestnut shells (flame temperature 750°C)

(unit : %)

| Sample (variety_size_year) | Hardness (g/mm ²) | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------|------|------|
| | 1500 | 1700 | 1900 | 2100 |
| Ungi_Medium_1996 | 81.5 | 72.3 | 60.2 | 42.6 |
| Ungi_Medium_1997 | 84.8 | 80.8 | 68.0 | 46.0 |
| Ungi_Large_1997 | 82.5 | 76.0 | 66.0 | 54.5 |
| Okwang_Medium_1997 | 91.5 | 83.9 | 71.3 | 64.0 |

Table 6 Result of Logistic regression ANOVA for peeling ratio according to the variety, size, and production year (flame temperature 700°C)

| Sample ¹⁾ | Hardness (g/mm ²) | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
| | 1500 | | 1700 | | 1900 | | 2100 | |
| | x ² | Prob. | x ² | Prob. | x ² | Prob. | x ² | Prob. |
| UM96 vs UM97 | 0.0952 | 0.7577 | 0.1147 | 0.7349 | 0.4371 | 0.5085 | 0.7205 | 0.3960 |
| UM97 vs UL97 | 0.4368 | 0.5087 | 0.3745 | 0.5406 | 0.7726 | 0.3794 | 2.7410 | 0.0978 |
| UM97 vs OM97 | 7.4313 | 0.0064 | 6.7682 | 0.0093 | 3.5096 | 0.0610 | 16.7828 | 0.0001 |

¹⁾ UM96 : variety(Ungi), size(medium), production year(1996).

UM97 : variety(Ungi), size(medium), production year(1997).

UL97 : variety(Ungi), size(large), production year(1997).

OM97 : variety(Okwang), size(medium), production year(1997).

의미한 차이를 분석하였으며, 분석방법은 분석대상인 박피율이 비율을 나타내는 수치이므로 x^2 검정에 의한 분산·분석을 실시하였다. 우선 통계프로그램인 SAS의 Catmod 실행문을 이용하여 동일한 경도에서 전체적인 시료간에 차이를 검정하였으며, 품종, 크기, 생산년도에 따른 시료별 차이를 검정하기 위하여 Logistic regression 모형의 분산 분석을 실시하였다.

표 6은 연소온도가 700°C 일 때 Logistic regression 모형의 분산 분석 결과를 나타낸 것이다. 연소온도가 700°C 일 때 동일한 밤 외피 경도에서 밤의 크기, 생산시기에 따른 박피율의 차이는 나타나지 않았으며, 은기품종과 옥광품종 간의 차이는 밤 외피 경도가 1,500, 1,700, 2,100 g/mm²에서 x^2 값이 7.4313, 6.7682, 16.7828이고 확률은 0.0064, 0.0093, 0.0001로서 동일한 밤 외피 경도에서 은기품종과 옥광품종 사이에는 박피율의 차이가 나타났다. 연소온도가 750°C에서도 동일한 밤 외피 경도에서 밤의 크기, 생산시기에 따른 박피율의 차이는 나타나지 않았으며, 밤 외피 경도가 1,500, 2,100 g/mm²에서 은기품종과 옥광품종간에 박피율 차이를 나타냈다. 즉, 밤 외피의 경도가 동일할 때 같은 품종의 경우에는 밤의 크기, 생산년도에 상관없이 동질한 화염 박피율을 나타내고 있으며, 밤 외피의 경도가 동일할 때 개량품종과 재래품종간의 화염 박피율은 일부 밤 외피 경도에서 차이가 나타났다.

다. 밤 외피 경도가 화염박피 효율에 미치는 영향

밤 외피 경도가 화염박피 효율에 미치는 영향을 구명하기 위하여 밤 외피 경도가 1,300, 1,500, 1,700, 1,900, 2,100 g/mm² 일 때 연소온도 600, 650, 700, 750, 800°C에서 박피특성 실험을 수행하였으며, 이 때 연소시간은 25초, 연속 마찰식 내외피 제거기의 회전속도는 160 rpm이었다.

그림 1과 그림 2는 박피실험 결과로서 각 처리구별 박피율과 열침투 깊이를 나타낸 것이다. 화염온도 750°C의 경우, 밤 외피 경도가 2,100, 1,900, 1,700, 1,500, 1,300 g/mm²으로 감소함에 따라 박피율은 42.6, 60.2, 72.3, 81.5, 92.0%로 증가하였고, 박피 밤의 가공 특성에 영향을 미치는 열침투 깊이도 1.14, 1.57, 1.83, 2.03, 2.49mm로 증가하였다. 화염온도 700°C의 경우에도 밤 외피 경도가 2,100, 1,900, 1,700, 1,500, 1,300 g/mm²으로 감소함에 따라 박피율은 32.0, 51.6, 65.0, 74.4, 86.9%로 증가하였으며, 열침투 깊이도 0.97, 1.35, 1.65, 1.87, 2.20mm로 증가하였다. 위의 실험결과, 밤 외피 경도가 감소함에 따라 박피율과 열침투 깊이는 증가하고, 동일한 경도에서는 화염온도가 높을수록 박피율과 열침투 깊이가 큰 것을 알 수 있다.

박피실험 결과에서 열침투 깊이를 고려하여 박피 효율이 높은 조건을 적정 밤 외피 경도로 선정하였

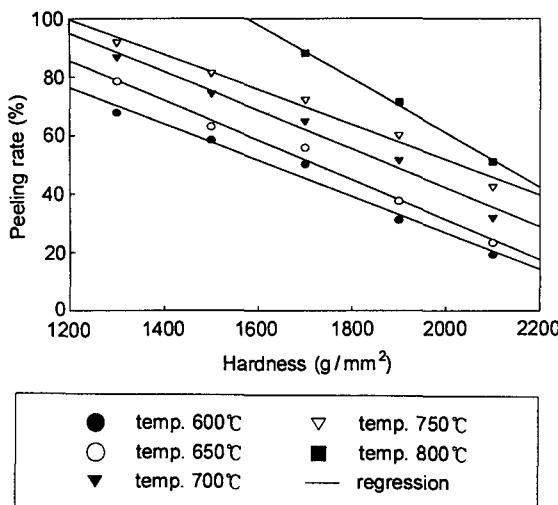


Fig. 1 Peeling ratio according to the flame temperature and the hardness of chestnut shells.

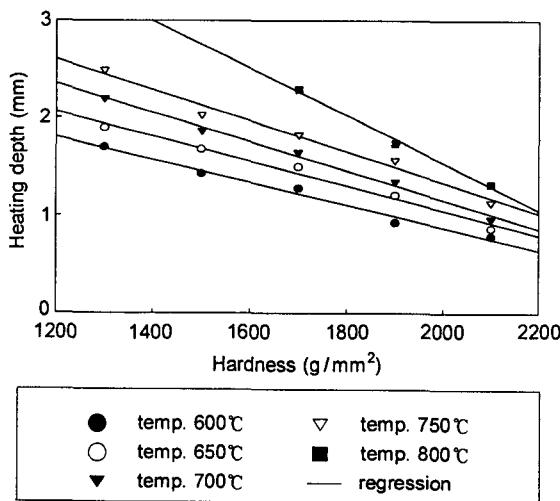


Fig. 2 Heating depth according to the flame temperature and the hardness of chestnut shells.

다. 열침투 깊이는 화염박피 밤의 품질과 박피 밤을 생율로 유통시에는 열침투 부분을 제거해야 하므로 손실율과 밀접한 관계를 가지고 있다. 그러므로 열침투 깊이는 화염박피 밤의 사용 용도에 따라 다르게 나타난다. 이러한 열침투 깊이를 2.1mm로 제한한 경우에 적정 밤 외피 경도는 화염온도가 700°C의

경우에서는 1,369.8 g/mm²로 나타났으며, 이 때 박피율은 83.9%이었고, 화염온도 750°C의 경우에서는 적정 밤 외피 경도가 1,517.7 g/mm²로, 이 때 박피율은 80.7%로 나타났다. 이는 연소시간이 25초에서 열침투 깊이를 2.1mm로 제한하였을 때 화염온도 700, 750°C에서 적정 밤 외피 경도를 나타낸 것으로, 향후 연소온도와 연소시간에 따른 박피특성을 구명하여, 밤 화염박피의 최적화에 관한 연구가 수행될 필요가 있다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 국내산 밤의 품종(은기, 옥광), 크기(중율, 대율) 및 생산년도(1996년산, 1997년산)에 따른 밤 외피 경도를 분석하고 이를 밤 외피의 경도가 화염박피 효율에 미치는 영향을 구명하여 밤의 품종, 크기, 생산년도에 따른 적정 건조조건 설정방안을 제시하고자 하였다.

밤 외피 경도측정 실험을 통하여 밤 외피의 경도 예측 방정식을 구하였고, 밤 외피 경도에 따른 박피 특성 실험결과에서는 원료밤의 건조처리 조건이 다르더라도 동일한 외피경도를 가진 밤의 화염박피 특성은 동일하게 나타났다. 같은 품종의 경우에는 밤의 크기, 생산년도가 다르더라도 밤 외피의 경도가 동일하면 화염 박피율의 차이가 없었으며, 밤 외피의 경도가 동일할 때 품종에 따른 화염 박피율은 일부 차이가 나타났다.

밤 외피 경도가 화염박피 효율에 미치는 영향을 구명하기 위하여 밤 외피 경도별 화염박피 특성 실험을 수행하였으며, 실험결과는 밤 외피 경도가 감소함에 따라 박피율과 열침투 깊이는 증가하고, 동일한 경도에서는 화염온도가 높을수록 박피율과 열침투 깊이가 큰 것으로 나타났다. 이러한 열침투 깊이는 화염박피 밤의 사용용도에 따라 다르게 나타나는데, 열침투 깊이를 2.1mm로 제한할 때 적정 밤 외피 경도는 화염온도가 700°C의 경우에는 1,369.8 g/mm²로 나타났으며, 이 때 박피율은 83.9%이었고, 화염온도 750°C의 경우에는 적정 밤 외피 경도가 1,517.7 g/mm²로, 이 때 박피율은 80.7%로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 김종훈, 박재복, 최창현. 1997. 밤 박피 시스템 개발. *한국농업기계학회지* 22(3):289-294.
2. 산림청. 1997. 임업통계연보.
3. Anzaldua, M. A., M. C. Bourne and I. Shomer. 1992. Cultivar, specific gravity and location in tuber affect puncture force of raw potatoes. *Journal of Food Technology* 57(6):1353-1356.
4. Dransfield, E. and R. C. Jones. 1984. Texture and mechanical properties of pork backfat. *Journal of Food Technology* 19(2):181-196.
5. Lewis, M. J. 1987. Physical properties of foods and food processing system. Ellis Horwood Ltd. England.
6. Moreira, L. A., F. A. Rodrigues, J. Coelho and R. P. Singh. 1994. Texture change in vegetables during thermal processing. *Jounal of Food Processing and Preservation* 18(6):497-508.
7. Voisey, P. W., L. H. Lyall and M. Kloek. 1970. Tomato skin strength. *Joural of American Society for Horticultural Science* 95(4):485-488.
8. Zhang, X., M. L. Stone, D. Chen, N. O. Maness and G. H. Brusewitz. 1994. Peach firmness determination by puncture resistance, drop impact, and sonic impulse. *Transactions of the ASAE* 37(2):495-500.