

리기다소나무와 잣나무 화분의 화학적 성분과 파쇄 조건에 관한 연구^{1*}

김계환², 오혁근³, 서병수², 박준모², 김상용²

Chemical Components and Pulverization Conditions of the Pollens of *Pinus rigida* and *Pinus koraiensis*^{1*}

Kae Hwan Kim², Hyuck Keun Oh³, Byung Soo Seo², Joon Moh Park² and Sang Yong Kim²

요 약

리기다소나무와 잣나무 화분에 대하여 화학적 성분을 분석하고 화분 파쇄 최적 조건을 구명하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다. (1)리기다소나무 화분의 일반성분 함량은 수분 9.9%, 조회분 2.5%, 조단백질 13.1%, 조지방 2.9%, 조섬유 7.5%, 당질 64.1%이었으며, 잣나무 화분은 수분 9.8%, 조회분 2.1%, 조단백질 11.1%, 조지방 2.8%, 조섬유 8.1%, 당질 66.1%로서 일반곡류보다 높게 나타났다. (2)리기다소나무와 잣나무 화분에서 각각 18종의 아미노산이 확인되었으며, 특히 10종의 필수아미노산을 포함하고 있어 영양원으로서 가치가 높은 것으로 나타났다. (3)리기다소나무 화분은 비타민 A 8.7mg, B₁ 10.1mg, B₂ 15.9mg, C 32.9mg, E 1.9mg, 잣나무 화분은 비타민 A 7.9mg, B₁ 9.7mg, B₂ 14.5mg, C 34.2mg, E 2.5mg 함유하고 있었으며, 특히 비타민 C가 풍부하였다. (4)리기다소나무 화분립은 5,000rpm으로 50분간, 잣나무 화분립은 5,000rpm으로 40분간 파쇄함으로써 100% 화분 파쇄가 가능하였다.

ABSTRACT

This study was to analyze the chemical components of the pollens of *Pinus rigida* and *P. koraiensis* and to investigate the optimal conditions for pollen pulverization. The results are as follow: (1)The contents of moisture, crude ash, crude protein, crude fat, crude fiber and carbohydrate in the pollen of *P. rigida* were 9.9%, 2.5%, 13.1%, 2.9%, 7.5%, 64.1%, respectively, while those of *P. koraiensis* were 9.8%, 2.1%, 11.1%, 2.8%, 8.1%, 66.1%, respectively. All the contents of *P. rigida* and *P. koraiensis* were much higher than those of general crop grains. (2)Eighteen different amino acids were detected in the pollen of *P. rigida* and *P. koraiensis*. Among them, ten essential amino acids were identified, which showed high nutrition values. (3)The contents of vitamin A, B₁, B₂, C and E in the pollen of *P. rigida* were 8.7 mg, 10.1 mg, 15.9 mg, 32.9 mg, 1.9 mg, respectively, while those of in the pollen of *P. koraiensis* were 7.9 mg, 9.7 mg, 14.5 mg, 34.2 mg, and 2.5 mg respectively. Vitamin C among

¹ 接受 2000년 4월 4일 Received on April 4, 2000.

² 전북대학교 산림과학부(농업과학기술연구소) Faculty of Forest Science, College of Agriculture, Chonbuk National University(The Institute of Agricultural Science & Technology), Chonju 561-756, Korea.

³ 전북대학교 자연과학대학 과학기술학부 Faculty of Science & Technology, College of Natural Science, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea.

* 이 논문은 1996년도 농림기술관리센터의 농림기술개발연구과제 연구비에 의한 연구의 일부임.

them was abundant. (4)When the pollen grains of *P. rigida* was pulverized for 50 minutes at 5,000rpm and *P. koraiensis* for 40 minutes at 5,000rpm by Overhead stirrer, the 100% of pollen was pulverized.

Key words . *Pinus rigida*, *P. koraiensis*, amino acids, pulverization condition

서 론

최근 문화 수준의 향상과 건강 인식의 고조는 다양한 식품과 특색있고 독특한 건강지향적 자연식품에 대한 요구도를 높이고 있다. 화분(花粉; pollen)은 꿀벌 유충이 성장하는데 필수로 하는 단백질을 비롯한 필수 영양소의 급원이 되고 있을 뿐만 아니라 영양적 가치가 높은 자연 건강식품으로서 관심이 증대되고 있다^{11,16,19,26}. 저명한 꽃가루(花粉) 연구자인 바인딩 박사는 화분은 완전한 영양물질이며 오랫동안 복용하여도 부작용이 없는 완전식품(完全食品; perfect food)이라고 주장한 바 있으며¹⁸, 동의 보감에서도 모든 꽃과 꽃가루를 질병의 치료제(의약품) 또는 식용으로써 사용한 기록이 많이 있다¹⁷.

화분에는 각종 아미노산, 비타민, 당질, 지질 중의 PUFA와 식물성 sterol류, 무기질 뿐만 아니라 자연의 항생물질, 효소, 호르몬, 성장촉진물질 및 미지의 유효물질들이 다량 함유되어 건강에 크게 도움이 된다고 여러 학자들이 보고한 바 있으며^{20,22,27,28}, 김재길(1986)은 화분에 함유되어 있는 아미노산 17종을 확인하였고, 그 중 필수아미노산 8종은 일반 식품류에 비해 높은 함유량을 보이고 있어 화분의 영양적 가치는 꿀벌의 주식원으로는 물론 인간의 건강식품으로서의 충분한 가치가 있다고 보고하였다.

상기한 바와 같이 화분은 이용 가치가 높은 식품화 가능한 영양물질이지만 화분 껍질은 외표벽(exine)과 내표벽(intine)으로 구성되어 있으며, 외표벽은 sporopollenin으로 구성되어 있어²¹ 대부분의 동물, 곤충 그리고 꿀벌 등이 분해하지 못하는 물질인 것으로 밝혀졌으나, 국내에서는 화분 표벽을 제거하여야 한다는 주장^{2,3,7}과 소화율에 큰 지장이 없다는 주장^{6,11}이 대립적인 견해를 가지고 있기도 한다.

소나무류(*Pinus* spp.) 화분(松花粉; 송화가

루)은 예로부터 송화다식(松花茶食)과 송화주(松花酒) 등의 식품재료로 널리 사용되었으며, 송화분을 먹으면 경신(輕身)하며 그 효능은 송피(松皮), 송엽(松葉), 자실(子實)보다 우수하다고 기록되어 있다^{11,17}.

소나무류 화분에 관한 연구로서 하은주(1991)와 이해경(1992)은 흰쥐에 간독성을 유발한 후 소나무 화분이 치료 효과가 있음을 보고하였으며, 이영주 등(1994)은 소나무 화분을 섭취한 흰쥐군 혈청의 총 lipid, 총 cholesterol, triglyceride 농도가 고지방 흰쥐 식이군에 비하여 현저히 감소하였던 바 소나무 화분은 동맥경화증 및 순환기계 질환의 예방과 치료에 효과적일 것이라고 보고한 바 있다. 이외에도 각종 소나무류 화분의 수분, 조화분, 조지방, 당류 등의 일반성분, 단백질 및 아미노산, 비타민^{8,13,23,24}에 관한 여러 보고가 있으나 전반적인 성분을 대상으로 성분 분석을 실시한 경우는 많지 않으며, 본 연구의 대상 수종인 리기다소나무와 잣나무 화분에 관한 연구는 국내외를 막론하고 별로 없는 것 같다.

본 연구의 목적은 우리 나라 전역에 걸쳐 널리 식재 또는 분포하는 리기다소나무(*Pinus rigida*)와 잣나무(*P. koraiensis*)의 화분에 대하여 화학적 성분을 비교 분석하고, 화분 파쇄 조건을 구명하는 것이다.

재료 및 방법

2.1 재료

본 실험에 사용한 리기다소나무(*Pinus rigida* Mill.)와 잣나무(*P. koraiensis* S. et Z.) 화분은 1999년 4~5월에 전북 전주시 건지산과 장수군 계북면 임평리 야산에서 채취하였다. 성분 분석에 사용한 화분은 그늘에서 건조시켜 체(sieve)로 쳐서 냉장고에서 5°C로 보관하여 시료로 사용하였다.

2.2 연구방법

2.2.1 화분 성분 분석

화분의 일반성분 분석은 식품공전분석법¹⁰⁾에 따라서 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조지방은 에테르추출법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조회분은 600℃ 직접회화법, 조섬유는 Henneberg stohmann 개랑법, 당질은 HPLC에 의한 방법으로 분석하였다. 아미노산 분석은 시료를 산 가수분해한 후 Pico-Tag Amino acid analysis method로 분석하였으며, 비타민 분석은 식품공전상에 나와 있는 HPLC에 의한 방법으로 비타민 A, B₁, B₂, C, E 등의 5종을 분석하였다.

2.2.2 화분 파쇄 조건 시험

리기다소나무와 잣나무 생화분 각각 1g을 Overhead stirrer(WHEATON)의 Grinding chamber에 넣은 후 직경 6mm Teflon Pestles를 이용하여 예비실험 결과를 토대로 하여 파쇄속도(2000, 3000, 4000, 5000rpm)와 파쇄시간(10, 20, 30, 40, 50분) 등을 달리하여 총 17개의 처리구를 만들어 파쇄하였다. 파쇄된 17개의 처리구 화분을 표본으로 제작하여 현미경(Olympus BH)으로 관찰한 후 화분 파쇄율을 조사하였다.

결과 및 고찰

3.1 화학적 성분 분석

3.1.1 일반성분 분석

리기다소나무와 잣나무 화분의 일반성분 함량은 Table 1에 나타난 바와 같다. 리기다소나무 화분은 수분, 조회분, 조단백질 및 조지방 함량에 있어서 각각 9.9%, 2.5%, 13.1%, 2.9%로서 잣나무 화분의 9.8%, 2.1%, 11.1%, 2.8%보다 약간 높았으나 조섬유와 당질의 함량에 있어서는 잣나무화분보다 낮게 나타났다.

김재길과 손재형(1991)이 보고한 피자식물(被子植物; angiosperm) 화분의 일반성분 함량과 비교해 보면 수분(12.5%), 조단백질(24.2%), 조지방(3.7%)은 리기다소나무와 잣나무 화분이 다소 낮았으며, 조섬유(2.7%)와 당질(54.0%)은 다소 높아 상당한 차이를 발견할 수 있었다.

Table 1. Proximate compositions(%) of the pollens of *Pinus rigida* and *P. koraiensis*.

Composition	<i>P. rigida</i>	<i>P. koraiensis</i>
Moisture	9.9	9.8
Crude ash	2.5	2.1
Crude protein	13.1	11.1
Crude fat	2.9	2.8
Crude fiber	7.5	8.1
Carbohydrate	64.1	66.1
Total	100.0	100.0

이러한 일반성분 함량의 차이 원인은 이정숙과 이성우(1983), 김재길(1986), 김재길과 손재형(1991) 등이 언급한 것처럼 화분의 생산지역 또는 생산시기와 같은 외적 환경요인 등에 기인할 수도 있지만 나자식물과 피자식물의 서로 다른 분류군의 생리적 특징에 큰 원인이 있을 것으로 생각된다.

리기다소나무와 잣나무 화분의 조회분 함량은 각각 2.5%, 2.1%로서 쌀(0.5%), 밀가루(1.8%), 보리쌀(2.1%)보다는 높았으며, 조지방 함량도 쌀(0.4%), 녹두(1.0%), 보리쌀(1.9%)보다 매우 높게 검출되었다⁹⁾. 또한 단백질과 당질 함량도 일반곡류(一般穀類)와 비교해 볼 때 높거나 유사한 함량을 나타내고 있다. 이와 같이 리기다소나무와 잣나무 화분의 일반성분은 일반곡류보다 함량면에서 높게 나타나고 있어 식품으로서 충분한 가치가 있다고 생각된다.

3.1.2 아미노산 분석

Table 2와 Fig. 1, 2, 3에 나타난 바와 같이 리기다소나무와 잣나무 화분에는 각각 총 18종의 아미노산이 포함된 것으로 확인되었으며, 그 중 리기다소나무는 aspartic acid, glutamic acid, tryptophan, 잣나무는 proline, glutamic acid, alanine 등이 높은 함량을 나타냈으며, 특히 10종의 필수아미노산을 포함하고 있어 영양원으로서 가치가 높은 것으로 판단된다.

두 수종 화분의 아미노산 함량을 비교해 보면 18종의 모든 아미노산에서 리기다소나무가 잣나무보다 매우 검출되었다. 리기다소나무 경우 소나무(*Pinus densiflora*)나 해송(*P. thunbergii*) 화분의 아미노산 함량과 비교해 볼 때 김계환 등(1999) 등이 보고한 것과 거의 유사한 경향을 나타냈다. 반면 잣나무는 이들

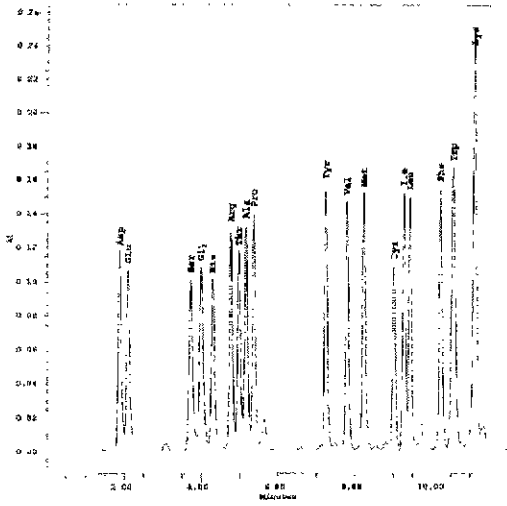


Fig. 1. Separation of hydrolyzate amino acid standard.

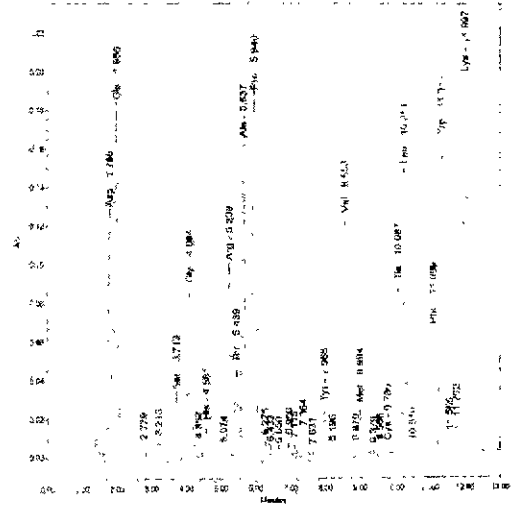


Fig. 3. Separation of hydrolyzate amino acid of *Pinus koraiensis*.

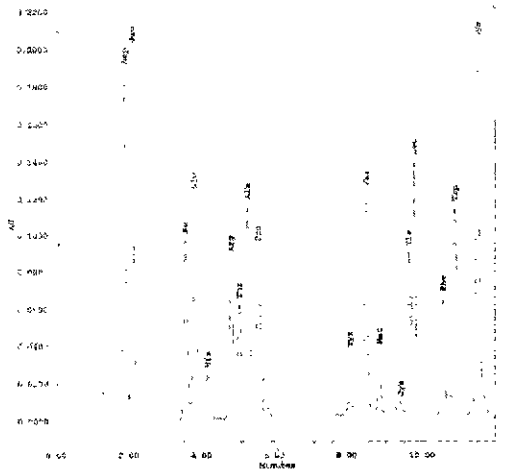


Fig. 2. Separation of hydrolyzate amino acid of *Pinus rigida*.

3수종과 많은 차이를 보였는데, 이것은 잣나무의 분류학적 위치가 잣나무아속(*Haploxylon*; soft pines)인데 반해 소나무, 해송, 리기다소나무의 3수종은 소나무아속(*Diploxylon*; hard pines)에 속하기 때문이라 생각된다.

김재길과 손재형(1991)이 보고한 피자식물 화분의 아미노산 함량과 비교해 보면 lysine(4.46mg)을 제외한 모든 아미노산에서 리기다소나무와 잣나무 화분이 매우 낮게 검출되었다. 또한 김재길(1986)이 보고한 피자식물

화분 자료와 비교해 볼 때도 histidine(2.70mg)과 methionine(1.92mg)을 제외한 모든 아미노산에서 리기다소나무와 잣나무 화분이 낮게 검출되었다. 즉, 나자식물(리기다소나무, 잣나무)과 피자식물 화분이 분류군에 따라 화학적 성분 함량에 차이가 있는 것으로 생각된다.

Table 2. Contents of amino acid in the pollens of *Pinus rigida* and *P. koraiensis*.

Amino acids	Amount(nmol/mL)	
	<i>P. rigida</i>	<i>P. koraiensis</i>
Alanine	146.27	77.86
Arginine*	103.78	49.95
Aspartic acid	154.08	60.96
Cysteine	4.86	0.65
Glutamic acid	209.85	95.71
Glycine	143.87	62.14
Histidine*	35.83	10.89
Isoleucine*	76.72	30.00
Leucine*	123.83	57.98
Lysine*	103.97	54.17
Methionine*	33.25	8.39
Phenylalanine*	57.44	23.98
Proline	111.71	97.96
Serine	105.70	21.41
Threonine*	81.69	25.97
Tyrosine	29.59	9.60
Tryptophan*	481.45	50.01
Valine*	105.68	47.05

* : Essential amino acid

3.1.3 비타민 분석

Table 3에 나타난 바와 같이 리기다소나무와 잣나무 화분의 비타민 함량은 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 리기다소나무 화분은 비타민 A, B₁, B₂의 함량에 있어서 각각 8.7mg, 10.1mg, 15.9mg으로 잣나무 화분의 7.9mg, 9.7mg, 14.5mg보다 약간 높게 나타난 반면, 비타민 C와 E의 함량은 각각 32.9mg, 1.9mg으로 잣나무 화분의 34.2mg, 2.5mg보다 약간 낮게 검출되었다. 두 수종 화분은 비타민 C를 가장 많이 함유하고 있어 건강식품으로서 가치가 높을 것으로 판단된다.

Table 3. Vitamin contents(mg/100g) in the pollens of *Pinus rigida* and *P. koraiensis*.

Vitamin	<i>P. rigida</i>	<i>P. koraiensis</i>
A	8.7	7.9
B ₁	10.1	9.7
B ₂	15.9	14.5
C	32.9	34.2
E	1.9	2.5

3.2 화분 파쇄 조건

리기다소나무와 잣나무 화분을 파쇄한 후 광학현미경으로 관찰하여 파쇄율을 조사하였던 바 그 결과는 Table 4와 같다. 리기다소나무 화분립을 2,000rpm의 속도로 10분간 grinding한 결과 파쇄율이 4% 정도에 불과하였으나, 같은 속도로 40분간 grinding한 결과 40% 파쇄율을 나타내어 파쇄시간이 증가함에 따라 파쇄율이 높아짐을 알 수 있었다. 마찬가지로, 잣나무 화분립을 3,000rpm의 속도로 10분간 grinding한 결과 파쇄율이 13% 정도에 불과하였으나, 같은 속도로 40분간 grinding한 결과 78% 파쇄율을 나타내어 파쇄시간이 증가함에 따라 파쇄율이 높아짐을 알 수 있었다.

또한, 리기다소나무 화분립을 2,000rpm의 속도로 40분간 grinding한 결과 파쇄율이 40%에 불과하였지만 4,000rpm의 속도로 같은 시간 grinding한 결과 80%의 파쇄율을 나타내어 2배 차이를 보였다. 마찬가지로 잣나무 화분립을 2,000rpm의 속도로 40분간 grinding한 결과 파쇄율이 52%에 불과하였지만 4,000rpm의 속도로 같은 시간 grinding한 결과 92%의 파쇄

율을 나타내어 파쇄속도가 역시 파쇄율에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 한편, 예비실험 결과 화분 건조온도와 건조시간은 파쇄율에 거의 영향을 주지 않는 것으로 조사되었다.

이와 같이 리기다소나무와 잣나무 화분을 Overhead stirrer를 이용하여 파쇄한 결과 파쇄속도와 파쇄시간이 화분 파쇄율에 중요한 요인임을 확인할 수 있었다(Table 4, Photo 1, Photo 2).

리기다소나무와 잣나무 화분의 파쇄율을 비교해 보면, 리기다소나무 화분이 잣나무 화분의 파쇄율보다 약간 낮게 나타나는 경향이 있었다(Table 4). 예를 들어, 잣나무 화분을 5,000rpm으로 40분간 파쇄한 결과 파쇄율이 100%로 나타나 완전하게 파쇄할 수 있었지만, 리기다소나무 화분을 같은 속도, 같은 시간으로 파쇄했을 때는 93% 파쇄율로서 차이를 보였다. 이러한 파쇄율의 차이는 여러 원인이 있겠지만, 본 연구의 화분 외부 형태학적 조사 결과 잣나무 화분의 표벽두께(exine thickness)는 평균 2.39 μm 인데 반해, 리기다소나무 화분의 표벽두께는 평균 2.97 μm 로서 리기다소나무가 잣나무 화분보다 약간 두꺼운 것으로 나타나 화분의 표벽두께가 화분 파쇄율에 영향을 주는 것이 아닌가 사료된다.

김재길과 손재형(1990, 1991)에 따르면 붉나무, 싸리, 옥수수, 다래, 벚꽃, 유채 등 14종의 피자식물 화분을 planetary mill에서 직경 10mm ball을 사용하여 10, 20, 30분간 파쇄한 결과 각각 20%, 60%, 100%의 파쇄율을 나타낸다고 보고한 바 있다. 이러한 결과는 본 실험에서 리기다소나무 화분을 5,000rpm의 속도로 같은 시간 파쇄하여 각각 20%, 68%, 85%의 파쇄율을 나타낸 결과와 약간 다른 경향이 있었다. 이것은 화분 분쇄기의 종류에 따른 차이겠지만 여러 가지 파쇄조건(속도, 시간)이나 화분의 종류에도 원인이 있을 것이다. 그러나, 파쇄시간을 증가시킴으로써 파쇄율을 점차 높일 수 있다는 결과와는 일치하였다.

본 연구 결과 리기다소나무 화분은 5,000rpm의 속도로 50분간, 잣나무 화분은 5,000rpm으로 40분간 grinding했을 때 파쇄율이 각각 100%로 리기다소나무와 잣나무 화분의 파쇄 최적 조건임을 나타냈다. 그러나, 화분의 표

벽두계를 포함한 외부 형태학적 특징이 고려되어야 하는 바 타 분류군(taxa)에는 또다른 파쇄율의 실험이 필요할 것이다.

라서, 리기다소나무와 잣나무 화분은 일반성분, 아미노산 그리고 비타민 등의 함량과 화분 파쇄 여부를 고려할 때 건강식품으로 이용될 수 있을 것이다.

Table 4. Pulverized rates in the pollens of *Pinus rigida* and *P. koraiensis* in various pulverization conditions by Overhead stirrer.

Pulverization speed (rpm)	Pulverization time(min.)	Pulverized rates(%)	
		<i>P. rigida</i>	<i>P. koraiensis</i>
2,000	10	4	5
	20	8	12
	30	18	28
	40	40	52
3,000	10	10	13
	20	21	30
	30	50	65
	40	65	78
4,000	10	15	22
	20	63	70
	30	75	85
	40	80	92
5,000	10	20	35
	20	68	83
	30	85	95
	40	93	100
	50	100	-

결론

리기다소나무와 잣나무 화분에 대하여 화학적 성분을 분석하고 화분 파쇄 최적 조건을 구명하였던 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

리기다소나무와 잣나무 화분의 일반성분(수분, 조화분, 조단백질, 조지방, 조섬유, 당질) 함량은 일반곡류보다 높았고, 18종의 아미노산이 확인되었으며, 특히 10종의 필수 아미노산을 포함하고 있어 영양원으로서 가치가 높았다. 또한, 비타민 C가 풍부하여 화분 건강제품으로써 가치가 높은 것으로 판단된다. 한편, 화분 건조온도와 건조시간은 파쇄율에 거의 영향을 주지 않은 반면 파쇄속도와 파쇄시간을 증가시키므로써 화분 파쇄율은 점차 높아졌으며 두 수종이 다르게 나타났는데 이것은 화분의 표벽두께와 관련이 있는 것으로 사료된다. Overhead Stirrer를 사용하여 리기다소나무와 잣나무 화분립은 100% 파쇄가 가능하였다. 따

인용문헌

1. 김계환, 오혁근, 윤계순, 박준모, 최태기. 1999. 소나무와 해송 화분의 화학적 성분과 파쇄 조건에 관한 연구. 임산에너지 18(2): 47-54.
2. 김병각, 박설희, 천문호, 최용철. 1988. 한국 시판 화분식품에 관한 연구. 한국식품위생학회지 3(1):1-5.
3. 김성준, 이영근, 빈재춘, 배기철. 1991. 시판 천연화분 및 가공화분의 품질에 관한 비교 연구. 한국식품위생학회지 6(1):41-48.
4. 김재길. 1986. 화분하의 화학적 조성 및 아미노산 함량. 한국양봉학회지 1(2):91-96.
5. 김재길, 손재형. 1990. 화분립 파쇄에 따른 이화학적 성분조성의 변화. 한국양봉학회지 5(1):23-30.
6. 김재길, 손재형. 1991. 화분립 파쇄에 따른 아미노산 조성의 변화. 한국양봉학회지 6(2):71-75.
7. 김정우, 신상철, 김병각. 1984. 건강식품으로서의 화분제제에 관한 연구(제 1보). 한국생약학회지 15(3):147-149.
8. 김혜자. 1992. 적송화분과 리기다송화분의 성분 조성에 관한 연구 -일반성분, 무기질, 중금속, 비타민, 유리당의 함량-. 한국영양식량학회지 21(2):201-206.
9. 농림수산부. 1976. 식품수급표. FAO 한국 협회. pp. 1-90.
10. 보건사회부. 1994. 식품공전. pp 45-150.
11. 유영수. 1988. 동의보감에 나타나는 꽃가루(화분)의 효능에 관한 고찰. 한국양봉학회지 3(1):26-47.
12. 이영주, 박문희, 황성원, 배만중, 한준표. 1994. 송화분이 고지방 식이 섭취 흰쥐의 혈청과 간장에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 23(2):192-197.
13. 이정숙, 이성우. 1983. 송화와 송엽의 성장에 따른 영양성분의 변화에 관한 연구. 한

- 양대학교 생활과학회지. pp. 135-141.
14. 이해경. 1992. 사염화탄소 투여한 흰쥐의 혈청 및 간장에 미치는 송화분의 영향. 효성여자대학교 석사학위청구논문. pp. 1-10.
 15. 하은주. 1991. 클로로포름 투여한 흰쥐의 혈청 및 간장에 미치는 송화분의 영향. 효성여자대학교 석사학위청구논문. pp. 1-20.
 16. 한국식품연감. 1997. 농수축산신문. pp. 624-635.
 17. 허준. 1610. 동의보감.
 18. Binding, G.J. 1980. About pollen-health food and healing agent. Thorsons Publishing Limited. pp. 150.
 19. Cojmerac, W.L. 1983. Bees, bee keeping, honey and pollination. 2nd ed. AVI Publishing Company. INC Westport Connecticut. pp. 59-61.
 20. Echigo, T. 1971. Studies on relationship of chemical component in honey, nectar and pollen. Bull. Fac. Agr. Tamagawa Univ. pp. 37.
 21. Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Munksgard, Copenhagen. pp. 539.
 22. Gilliam, M., W.F. McCaughey and B. Wintermute. 1980. Amino acids in pollens and nectars of citrus cultivars and in stored pollen and honey from honeybee colonies in citrus groves. J. Apic. Res. 19(1):64-72.
 23. Karizo, M. 1989. Ash and material content of some forest tree species. Lesnictvi 34(9):837-843.
 24. Kochibe, N., Y. Kamiya and S. Hagiwara. 1981. Sugar compositions of some *Pinus* pollen. Science Reports of the Faculty of Education, Gunma Univ. 30:25.
 25. Saitama Beekeeping Co. Ltd., Technical Dept. 1984. Freeze-smashing of the pollen-loads of honeybees. Honeybee Science 5(4):155-156.
 26. Tyler, V.E., L.R. Brady and J.E. Robbers. 1981. Pharmacogenosy, 8th ed., Lee and Febiger, Philadelphia. pp. 426-448.
 27. Vivino, A. E. and L. S. Palmer. 1944. The chemical composition nutritional value of pollen collected by bees. Arch. Biochem. 4:129-136.
 28. Wojcicki, J., L. Samochowiec, B. Bartlowicz, A. Hinek, M. Jaworska and B. Gawronskalarz. 1986. Effect of pollen extract on the development of experimental atherosclerosis in rabbits. Atherosclerosis 62:39.

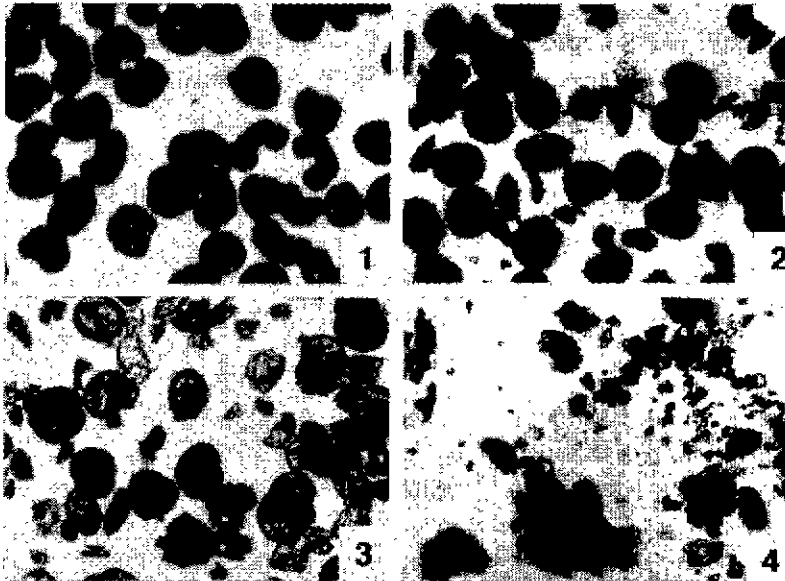


Photo 1. Light micrographs of pollen grains of *Pinus rigida* pulverized by Overhead stirrer (all $\times 900$).
1. Raw pollen before treatment.
2. Pulverized for 30 minutes at 2,000rpm, Pulverized rate; about 18%
3. Pulverized for 40 minutes at 3,000rpm, Pulverized rate: about 65%
4. Pulverized for 50 minutes at 5,000rpm, Pulverized rate; 100%

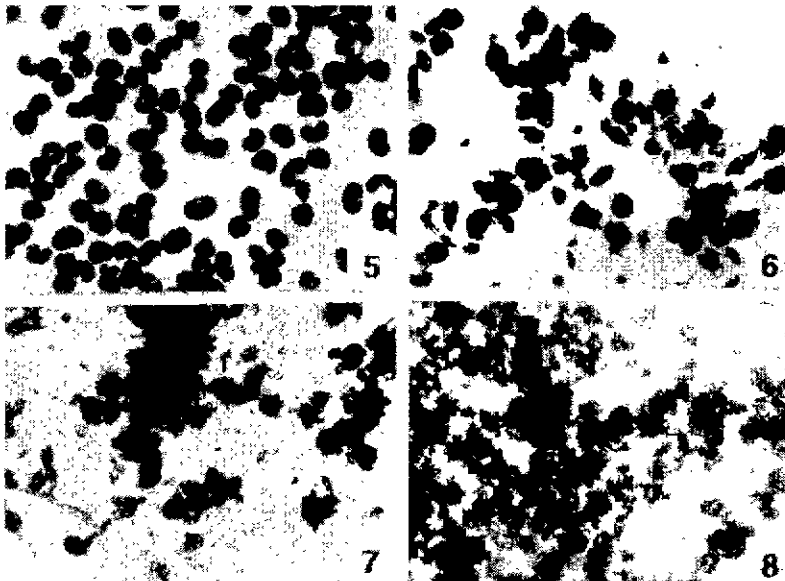


Photo 2. Light micrographs of pollen grains of *P. koraiensis* pulverized by Overhead stirrer (all $\times 400$).
5. Raw pollen before treatment.
6. Pulverized for 20 minutes at 3,000rpm, Pulverized rate; about 30%
7. Pulverized for 30 minutes at 4,000rpm, Pulverized rate; about 85%
8. Pulverized for 40 minutes at 5,000rpm, Pulverized rate; 100%