

산 · 학 · 연 논문

마카의 생리활성

권대중 · 이승호 · 이상윤[†]

(주)풀무원홀딩스 식문화연구원

Biological Effects of Maca (*Lepidium meyenii*)

Daejoong Kwon, Seung Ho Lee, and Sangyun Lee[†]

R&D center, Pulmuone Holdings Co. Ltd., Seoul 120-600, Korea

서 론

마카(*Lepidium meyenii*, Maca)는 해발 4,000~4,500 m의 페루 안데스 산맥에서 주로 생산되는 십자화과 채소의 일종이다. 마카가 자생하는 지역은 강렬한 햇빛, 매서운 바람이 몰아치는 영하의 암석지대로 이 지역에서 살아남을 수 있는 식물들은 마카를 제외하고 고지대의 풀과 생존력이 강한 가지나무과 식물들 뿐인 것으로 알려져 있다. 이러한 혹독한 자연환경 속에서 살아남아서 생명을 유지하기 위해서 여러 성분들을 생산하게 되고 이러한 성분들은 인간의 건강에 많은 도움을 주는 것으로 알려져 있다(1).

마카의 식용부위는 땅에 파묻혀 있는 뿌리 부위이며, 수확하여 생으로 먹거나 저장을 위해 말려놓았다가 먹기도 한다. 말린 뿌리는 물이나 우유에 넣고 끓여서 먹거나, 주스, 각테일, 알코올음료 또는 마카커피로 만들어 먹는다(2).

마카는 식품으로 섭취될 뿐만 아니라 전통 약제로도 활용이 되고 있다. 특히 사람과 가축의 성욕을 증가시키고 임신을 증진시키는 목적으로 사용이 된다. 잉카제국을 정복한 스페인 사람들은 고지대에서 말의 임신을 증진시키기 위해 말에게 마카를 먹였다는 기록이 있으며, 잉카 전사들은 체력을 증진시키고 전투력을 높이기 위해 마카를 섭취하였다고 한다. 그러나 정복한 도시의 여성들을 보호하기 위해서 전투가 끝난 후에는 마카의 섭취를 금지시킨 것으로 전해지고 있다(3).

마카는 성기능 증진으로 많이 알려져 있지만, 최근 여러 연구결과들에 의하면 운동능력 향상과 항피로 효과, 폐경 후 증후군 완화 및 치료 효과, 류마티스 관절염, 호흡기질환 등의 증상을 완화하고 치료하는 기능이 있으며, 호르몬 분비 조절, 대사촉진, 기억력 증진, 항우울증 효과, 빈혈,

백혈병, AIDS, 암, 알코올 중독에 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 다양한 기능성들 때문에 오래 전부터 민간에서 약제로 활용되어 왔고 최근에는 신약을 개발하기 위한 생약 소재와 건강기능식품 소재로의 잠재력이 높게 평가받고 있다(3).

가장 많이 알려진 마카의 효능은 성욕증진, 정자수 증가 등의 성기능 개선과 관련된 기능성이기 때문에 우리나라에서는 최음제 등으로 잘못 알려지기도 하였다. 오랜 기간 동안 섭취되어왔던 안전한 식품원료임에도 불구하고 최근까지 우리나라에서는 식품의 원료로 사용이 금지되어 왔으나, 2005년도에 식품의약품안전청으로부터 식품의 부원료로 허용되어 사용되고 있다.

마카는 오랜 기간 동안 섭취되어 왔기 때문에 안전성이 입증되어 있고, 페루의 인삼으로 불릴 만큼 기능성이 뛰어난 식품원료이다. 여러 실험들을 통해 다양한 기능성들이 보고되고 있는 여러 기능성들 중에서 동물실험과 임상실험을 통해 과학적으로 신뢰도가 높은 기능성들에 대해서 살펴보고자 한다.

마카의 영양성분

자연상태의 마카 뿌리는 수분함량이 80% 이상이다. 건조 중량을 기준으로 할 때 일반성분의 함량은 조단백질 8.87~11.6%, 조지방 1.09~2.2%, 조회분 4.9~5.0%, 탄수화물 54.6~60.0%, 식이섬유 8.23~9.08% 정도인 것으로 알려져 있다(4-6).

마카는 그 자체의 배축(hypocotyls) 색상에 따라 8종 이상으로 분류된다. 색상에 따라서 마카의 영양성분이 조금씩 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 붉은색의 마카는 순수 단백질과 칼륨의 함량이 다른 생체형보다 높은 반면, 검은색의 마카보다는 수용성 당과 리보플라빈(vitamin

[†]Corresponding author. E-mail: sylee@pulmuone.co.kr
Phone: 02-3277-8420, Fax: 02-3277-8503

Table 1. Nutrition differences between three ecotype of *Lepidium meyenii* (Maca) (7)

Analysis ¹⁾	Red maca	Yellow maca	Black maca
Fibre (g%)	5.45	5.30	4.95
Carbohydrates (g%)	62.60	62.69	63.82
Pure protein (g%) ²⁾	9.97	8.25	7.7
Starch (g%)	37.52	37.86	38.18
Soluble sugars (g%) ³⁾	6.03	6.17	7.02
Riboflavin (mg%)	0.50	0.61	0.76
Potassium (mg%)	1160	1130	1000
Iron (ppm)	62	80	86

¹⁾The unit data are related to g/100g maca and mg/100g maca.

²⁾Calculated from protein nitrogen by 6.25.

³⁾Indirect reducing ppm, ppm-parts per million.

B₂) 그리고 철의 함량이 적다. 이에 반해 황색의 마카는 붉은색과 검은색 종의 중간정도 함량을 유지한다(7). 색깔이 다른 마카의 영양성분은 Table 1과 같다.

마카의 성기능 개선효과

성 기능은 인간 삶의 질에 있어 중요한 요소이다. 성 문제는 광범위하며, 기분이나 환경과 개인간의 관계 등의 요인에 영향을 미친다. 남성에게 있어서 성 기능에 영향을 미치는 주요한 요인은 성욕과 발기부전이라고 할 수 있다. 발기부전은 가장 일반적인 성기능 장애의 원인으로 알려져 있으며 40~70대 남성들 중 30% 이상에게서 나타나는 것으로 알려져 있다(8)

성욕을 증가시키기 위해 남성호르몬인 테스토스테론(testosterone)이 사용되고 있으며, 다양한 발기부전 치료제가 개발되어 판매되고 있지만, 성호르몬 농도에 영향을 주고 부작용의 위험성이 높은 약을 사용하는 것에 대한 반감이 증가하고 있다. 따라서 전세계의 많은 사람들은 오랜기간 동안 섭취되어서 안전한 것으로 입증된 천연식물 또는 천연식물의 추출물을 이용하여 성기능을 증진시키기를 원하고 있으며, 각 지역의 전통적인 약용식물들에 대한 관심이 증가하고 있다.

안데스 지역에 살고 있는 사람들 사이에서는 마카가 남성과 여성 모두에게 성기능을 증가시키는 효과가 있는 것으로 널리 알려져 있으며, 동물실험과 임상실험을 통해 실제로 효과가 있다는 연구결과들이 발표되고 있다.

Zheng 등(9)은 고환이 제거된 랫에게 마카추출물을 섭취시켰을 때 발기력이 증가되고, 발기하는데 걸리는 시간이 감소되었다고 보고하였으며, Cicero 등(10)은 성경험이 없는 마우스와 랫에게 마카 추출물을 섭취시켰을 교미행위가 증가한다는 것을 보고하였다. Gonzales 등(11)은 21

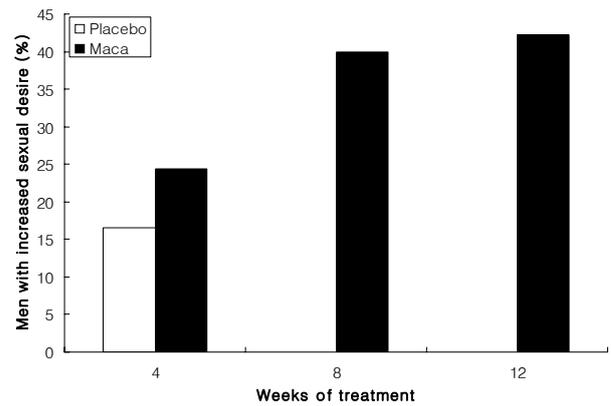


Fig. 1. Prevalence of men whose treatment with placebo or gelatinized Maca increased sexual desire. 4 weeks of treatment: p: NS ($\chi^2=0.32$); 8 weeks of treatment: $p<0.008$ ($\chi^2=7.01$); 12 weeks of treatment: $p<0.006$ ($\chi^2=7.60$) (11).

~56세의 건강한 성인 남자를 대상으로 하루에 1.5 g, 3.0 g을 12주간 섭취시켰을 때 8주 후부터 위약을 섭취한 대조군에 비해 유의적으로 성욕이 증가되었다고 보고하였다 (Fig. 1).

성기능 개선 효과는 남성들에게만 국한된 것은 아니지만, 여성의 성기능 저하와 관련된 문제들은 상대적으로 낮은 관심을 받아왔다. 그러나 최근 폐경기 여성들의 삶의 질에 대해 관심이 높아지고, 폐경 관련 질환의 치료 및 관리에 대한 연구들이 많이 진행되고 있다. 폐경에 의해 여성호르몬 분비가 감소되면, 성욕이 감퇴하고 성기능이 저하되는 것으로 알려져 있다. Brooks 등(12)은 폐경기 여성들을 대상으로 6주간 마카를 섭취시켰을 때 성기능이 유의적으로 개선되었으며, 마카 섭취에 의해 성호르몬의 농도가 변하지 않았다고 보고하였다.

여성의 성기능 저하와 관련하여 문제점으로 제기되는 또 하나의 사례는 우울증 약을 복용하는 여성들의 성욕 감소에 대한 것이다. 항우울제를 복용하는 여성들의 50% 정도가 성기능에 문제가 있는 것으로 알려져 있으므로 항우울제 복용에 의한 성기능 감소를 해결하는 것은 매우 시급한 문제라고 할 수 있다. Dording 등(13)은 선택적 세로토닌 재흡수 억제제(selective-serotonin reuptake inhibitor, SSRI)를 복용하는 성인남녀(여성 17명, 남성 3명)를 대상으로 마카를 12주간 섭취시켰을 때 성욕이 증가하였으며, 섭취량이 증가할수록 효과가 높다는 것을 보고하였다.

마카의 성기능 개선 효과에 대해서는 아직 많은 논란이 있다고 할 수 있다. 그렇지만, 오랜기간 동안 민간에서 인정되어 온 마카의 성기능 강화 효과는 최근 보고되는 동물실험과 임상실험 등의 결과들에 의해 가능성이 높은 것으로 인정이 되고 있다. 마카의 성기능 개선 효과와 함께 많이 논의가 되고 있는 것은 생식에 도움을 준다는 것이다.

생식과 정자수 증가에 미치는 영향

최근 세계 각국의 역학조사 결과에 의하면 남성들의 정자수와 정자의 운동성을 포함한 정자의 질적인 저하가 보고되고 있다. 7,714명을 대상으로 한 19,848건의 정자수 측정(sperm count) 결과를 바탕으로 분석을 진행한 Mouzon 등(14)의 연구결과에 의하면 출생연도가 증가할수록 측정을 실시한 연도와 상관 없이 정자수가 감소되는 경향을 보였다. Carsen 등(15)은 1938년부터 1991년까지 50년간 발표된 논문에 포함된 14,947명의 남성들의 결과들을 바탕으로 정자수가 유의적으로 감소하였으며, 정액의 양(volume)이 3.4 mL에서 2.75 mL로 유의적으로 감소하였다고 보고하였다(Fig. 2).

잉카 제국이 형성되던 초기에 마카는 사람과 가축들의 생식을 증가시키는 목적으로 사용되었다. 일반적으로 고지대에서는 생식률이 떨어지는 것으로 생각되었으므로 마카를 사용하여서 생식을 증가시키는 것은 필수적인 것으로 인식되었다(16).

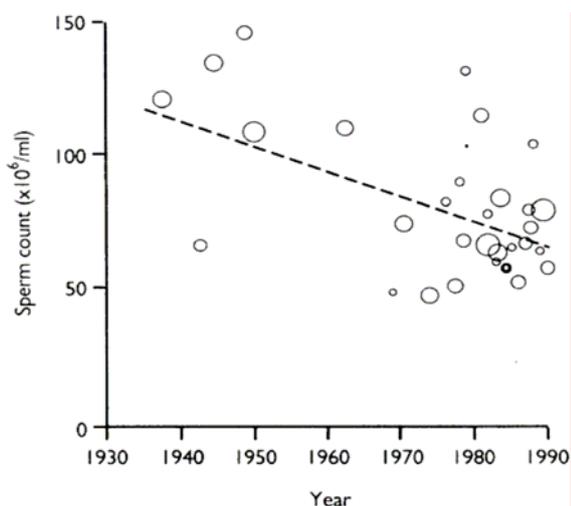


Fig. 2. Linear regression of mean sperm density reported in 61 publications (represented by circles whose area is proportional to the logarithm of the number of subjects in study) each weighted according to number of subjects, 1938-90 (15).

Gonzales 등(17)은 rat에게 마카를 경구투여하였을 때 고산지대에서 유발되는 체중감소와 부고환의 정자수 감소 증상이 억제되었다고 보고하였다. 또한 정자수를 감소시키는 것으로 알려진 유기인계 살충제인 말리치온(malathion) 또는 초산납(lead acetate)에 의한 유해효과도 억제하는 것으로 보고되었다(18,19). 마카의 섭취가 위한 환경에 노출된 동물 모델의 정자수 감소를 막아주는 것뿐만 아니라 정상 동물모델에게 투여하였을 때에도 부고환의 정자수와 정자세포의 수가 증가하였고, 고환과 부고환의 무게도 증가한 것으로 나타났다(20). 이러한 결과들은 동물모델에서 마카의 투여가 유의적으로 정자생성을 증가시킨다는 사실을 입증하는 것이라 할 수 있다.

마카의 섭취가 정자수 생성에 미치는 영향은 동물뿐만 아니라 사람에게서도 동일한 효과가 있는 것이 밝혀지고 있다. Gonzales 등(21)은 24~44세의 건강한 남성들을 두 군으로 나누어서 오전에 한번 각각 1.5 g, 3.0 g씩 4개월간 섭취시켰을 때 정액량, 정자수, 정자의 움직임 등이 유의적으로 증가하였다고 보고하였다(Table 2).

따라서 마카의 섭취가 남성의 정자 생성에 도움을 줄 수 있는 가능성이 매우 높게 평가되고 있다. 특히 혈중 성호르몬의 농도 변화에 영향을 미치지 않기 때문에 경구로 섭취하였을 때 안전하게 정자수를 증가시킬 수 있을 것으로 기대가 되고 있다.

여성의 폐경 후 증후군 완화효과

폐경 여성에게 호르몬대체요법(Hormone Replacement Therapy, HRT)이 매우 효과적이라는 것은 잘 알려진 사실이다. 그러나 호르몬을 투여하였을 때 발생할 수 있는 부작용에 대한 두려움으로 폐경기의 많은 여성들이 호르몬을 투여하는 것을 기피하는 경향이 있다(22). 따라서 호르몬 요법 대신 과학적으로 여성호르몬 효과가 있는 것으로 알려진 이소플라본(isoflavone)과 승마(black cohosh) 등을 많이 섭취하고 있다(23). 이 외에도 폐경기에 발생하는 여러 질환들을 완화시킬 수 있는 천연 소재들이 많이 있지만, 알려진 효능들에 대한 과학적인 근거가 매우 부족

Table 2. Semen variables before and 4 month after Maca treatment (21)

Semen variable	Pre-Maca (n=9)	Post-Maca (n=9)	P value
Volume (mL)	2.23±0.28	2.91±0.28	<0.05
pH	7.47±0.09	7.44±0.07	NS
Sperm count (10 ⁶ /mL)	67.06±18.61	90.33±20.46	NS
Total sperm count (10 ⁶ /mL)	140.95±31.05	259.29±68.17	<0.05
Motile sperm count (10 ⁶ /mL)	87.72±19.87	183.16±47.874	<0.05
Sperm motility grade a (%)	29.00±5.44	33.65±3.05	NS
Sperm motility grade a+b (%)	62.11±3.64	71.02±2.86	<0.05
Normal sperm morphology (%)	75.50±2.02	76.90±1.23	NS

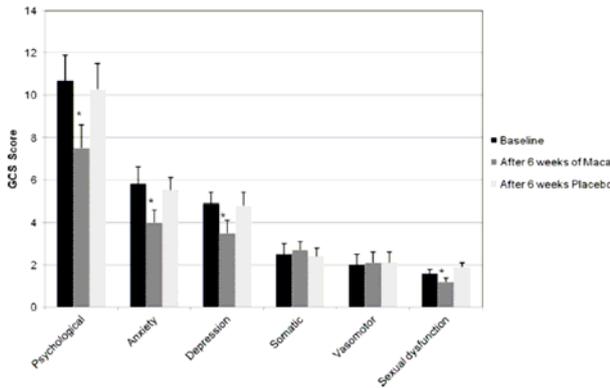


Fig. 3. Mean scores on the Greene Climacteric Scale (GCS) at baseline, after Maca, and after placebo. Error bars represent the SEM. *Significant difference from baseline and placebo ($p < 0.05$) (12).

한 현실이다.

마카도 폐경기 질환을 완화시킬 수 있는 것으로 알려져 있으며, 폐경기 여성을 위한 제품으로 개발되어 판매되고 있다. Ruiz-Luna 등(24)은 난소를 절제하여 폐경을 유발한 동물모델을 이용하여 마카의 섭취가 폐경에 의해 골밀도가 감소되는 증상을 완화하여 골다공증을 예방 또는 개선할 수 있다고 보고하였다. Brooks 등(12)은 *in vitro* 실험을 통해 마카 추출물이 여성호르몬 또는 남성호르몬 활성이 없다는 것을 규명하였으며, 폐경 여성을 대상으로 하루에 3.5 g씩 6주간 섭취하는 임상실험을 통해서 마카의 섭취가 성관련 호르몬들의 혈중 농도 변화에 영향을 주지 않았지만 폐경으로 인해 발생하는 불안감, 우울증을 포함하는 정신적인 문제와 성기능 저하 등의 문제점들을 유의적으로 개선한다고 보고하였다(Fig. 3).

마카에 의한 폐경기 질환의 완화효과에 대해서는 다른 효과와 마찬가지로 명확한 기전이 밝혀지지는 않았다. 특히 호르몬의 농도에 영향을 미치지 않으면서 여성호르몬 분비 감소로 인하여 발생하는 불안감, 우울증, 성기능 저하 등의 문제점들을 유의적으로 개선한다는 결과는 폐경기 질환을 완화시킬 수 있는 안전하고 이상적인 소재라 할 수도 있으며, 동물실험과 임상실험을 통해 그 가능성이 높은 것으로 규명되고 있다.

운동능력 향상과 항피로 효과

페루의 안데스 지역 주민들은 마카에 특별한 에너지원이 있다고 믿어왔으며, 오래 전부터 마카의 섭취는 운동능력을 향상시키는 것으로 알려져 왔다. 잉카족들은 전쟁에서 승리하기 위해 병사들에게 마카를 섭취시켰다고 한다. 이러한 효과는 특히 높은 고도에서 운동을 할 경우 높게 나타나는 것으로 생각되고 있으며, 마카는 단백질과

불포화지방산, 미네랄이 풍부하게 존재하는데 고함량의 영양분이 활력과 항피로 효과를 나타내는 한가지 기전으로 예상되고 있다. López-Fando 등(25)은 마우스를 이용한 강제 수영실험에서 운동 지속시간이 증가된다는 결과를 통해 마카에는 항피로 효과가 있다는 것을 보여주었다. 마카가 어떤 방식으로 스트레스 완화에 도움을 주는 아직 밝혀지지 않았지만 여러 메커니즘에 의해 각종 유해한 자극으로부터 내성을 증가시켜 스트레스를 완화시키는 것으로 추정되고 있으며, 한 예로 시상하부-뇌하수체-부신 피질계를 활성화시킴으로써 강장효과를 나타내는 것도 한가지 원인으로 제시되고 있다.

마카의 항피로 효과 혹은 운동능력 향상 효과는 고산지대에서 운동을 하는 선수들 사이에서 널리 알려져 있다. Ronceros 등(26)은 높은 고도에 거주하는 운동선수들을 대상으로 마카를 섭취하였을 때 운동능력이 향상되는지를 조사하였다. 마카를 60일 동안 섭취한 후 최대 질주속도와 최대 산소 흡입량을 측정하고, 최대 질주 속도에서 평균 10.3% 증가하였고, 최대 산소 흡입량의 경우 최대 33.6%가 증가하였다고 보고하였다. 운동선수가 아닌 일반인들이 마카를 섭취할 경우 더욱 높은 효과를 기대할 수 있다고 예상하였으나, 이를 입증하기 위해서는 많은 연구들이 필요할 것으로 생각된다.

결론

마카는 십자화과 채소의 일종으로 페루 중앙 안데스 지역의 고산지대에서 생육하는 것으로 알려져 있다. 이 지역은 생물체가 생육하기 어려운 척박한 지역이므로 이곳에서 생존하기 위해 생성되는 여러 물질들이 결과적으로 사람의 건강에 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 페루의 인삼(Peruvian Ginseng)으로도 알려진 마카는 페루의 고산지대에서 성기능을 향상시키고 사람과 동물의 번식을 증가시키기 위한 목적으로 많이 사용되었다고 한다.

마카는 류마티스 관절염, 호흡기질환 등의 증상 완화 및 치료, 호르몬 분비 조절, 대사촉진, 기억력 증진, 항우울증 효과, 빈혈, 백혈병, AIDS, 암, 알코올 중독에 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 다양한 질환에 대한 연구들이 수행되고 있다.

마카의 기능성 중 가장 널리 알려진 것은 남성의 발기에도움을 주고, 성욕 및 정자수를 증가시키는 등의 성기능 강화와 관련된 사항이다. 일반적으로 성기능과 관련된 물질들은 섭취하였을 때 혈액 중의 성관련 호르몬들의 농도에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나, 특이하게도 마카를 섭취하였을 때는 남성과 여성 모두 성관련 호르몬 농도에 영향을 미치지 않고 성기능을 강화하는 것으로 보고되

고 있다.

아직까지 마카의 기능성 성분과 기전에 대한 많은 연구들이 필요한 것으로 평가받고 있지만, 현재까지의 발표된 동물실험과 임상실험 결과에서 볼 수 있듯이 마카를 섭취하였을 때 성호르몬의 농도를 변화시키지 않고 정자수 감소나 성욕 감소로 인한 남성과 여성의 성기능 문제들을 해결할 수 있는 이상적인 소재로 주목받고 있다.

이 외에도 운동능력 향상과 스트레스를 완화하여 항피로효과가 있다는 임상실험 결과, 폐경으로 인해 발생하는 골다공증, 우울증, 성기능 감소 등의 문제점들을 부작용 없이 해결한다는 임상실험 결과들은 마카의 섭취가 다양한 연령대의 남성과 여성의 건강을 증진시키는 것뿐만 아니라 삶의 질을 높이는데 크게 기여할 수 있다는 것을 의미한다.

마카는 페루의 안데스 지역에서 오랜기간 식품으로 섭취되어 왔고 현재 전세계적으로 다양한 제품들이 생산되어 판매되고 있다. 또한 유기용매를 쓰지 않는 초임계추출법 등으로 추출을 하였을 경우 마카에 함유된 기능성분이 대부분 함유된 추출물을 얻을 수 있으므로, 유기용매를 사용하지 않는 열수 추출 또는 초임계 추출을 활용한 추출물의 경우 안전한 식품원료로 활용이 가능할 것으로 생각된다. 따라서 마카 추출물을 활용한 다양한 형태의 일반 식품 또는 기능성식품의 개발이 기대된다.

참고문헌

1. Flores HE, Walker TS, Guimaraes RL, Sid HP, Vivanco JM. 2003. Anden root and tuber crops: Underground rainbows. *Hortiscience* 38: 161-167.
2. Ochoa C, Ugent D. 2001. Maca (*Lepidium meyenii* Walp; Brassicaceae): A nutritious root crop of the central Andes. *Economic Botany* 53: 344-345.
3. Wang Y, Wang Y, Mcneil B, Harvey LM. 2007. Maca: An andean crop with multi-pharmacological functions. *Food Res Int* 40: 783-792.
4. Dini A, Migliuolo G, Rastrelli L, Saturnine P, Schettino O. 1994. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. *Food Chem* 49: 347-349.
5. Yu LJ, Jin WW. 2004. Study on nutritional components and the anti-fatigue effects of dry powder of maca (*Lepidium meyenii*). *Food Sci* 25: 164-166.
6. Valentová K, Buckiová D, Křen V, Pěkníková J, Ulrichová J, Šimánek V. 2006. The *in vitro* biological activity of *Lepidium meyenii* extracts. *Cell Biol Toxicol* 22: 91-99.
7. Yllescas M. 1994. Chemical and physicochemical study of three ecotypes of *Lepidium meyenii* from Carhuamayo [dissertation]. Limac Faculty of Pharmacy and Biochemistry. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
8. Feldman HA, Goldstein I, Hatzichristou DG, Krane RJ,

- McKinlay JB. 1994. Impotence and its medical and psychosocial correlates; results of the Massachusetts Male Aging Study. *J Urol* 151: 54-61.
9. Zheng BL, He K, Kim CH, Rogers L, Shao Y, Huang ZY, Lu Y, Yan SJ, Qien LC, Zheng QY. 2000. Effect of a lipidic extract from *Lepidium meyenii* on sexual behavior in mice and rats. *Urology* 55: 598-602.
10. Cicero AF, Bandieri E, Arletti R. 2001. *Lepidium meyenii* Walp. Improves sexual behaviour in male rats independently from its action on spontaneous locomotor activity. *J Ethnopharm* 75: 225-229.
11. Gonzales GF, Córdova A, Vega K, Ghung A, Villena A, Góñez C, Castillo S. 2002. Effect of *Lepidium meyenii* (MACA) on sexual desire and its absent relationship with serum testosterone levels in adult healthy men. *Andrologia* 34: 367-372.
12. Brooks NA, Wilcox G, Walker KZ, Ashton JF, Cox MB, Stojanovska L. 2008. Beneficial effects of *Lepidium meyenii* (Maca) on psychological symptoms and measures of sexual dysfunction in postmenopausal women are not related to estrogen or androgen content. *Menopause* 15: 1157-1162.
13. Dording CM, Fisher L, Papakostas G, Farabaugh A, Sonawalla S, Fava M, Mischoulon D. 2008. A double-blind, randomized, pilot dose-finding study of maca root (*L. meyenii*) for the management of SSRI-induced sexual dysfunction. *CNS Neurosci Ther* 14: 182-191.
14. Mouzon JD, Thonneau P, Spira A, Multigner L. 1996. Declining sperm count: seen quality has declined among men born in France since 1950. *BMJ* 313: 43.
15. Carsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. 1992. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *BMJ* 305: 609-613.
16. Drewes SE, George J, Khan F. 2003. Recent findings on natural products with erectile-dysfunction activity. *Phytochemistry* 62: 1019-1025.
17. Gonzales GF, Gasco M, Córdova A, Chung A, Rubio J, Villegas L. 2004. Effect of *Lepidium meyenii* (maca) on spermatogenesis in male rats acutely exposed to high altitude (4340 m). *J Endocrinol* 180: 87-95.
18. Bustos-Obregón E, Yucra S, Gonzales GF. 2005. *Lepidium meyenii* (maca) reduces spermatogenic damage induced by a single dose of malathion in mice. *Asian J Androl* 7: 71-76.
19. Rubio J, Riqueros MI, Gasco M, Yucra S, Miranda S, Gonzales GF. 2006a. *Lepidium meyenii* (maca) reversed the lead acetate induced-damage on reproductive function in male rats. *Food Chem Toxicol* 44: 1114-1122.
20. Gonzales GF, Ruiz A, Gonzales C, Villegas L, Córdova A. 2001a. Effect of *Lepidium meyenii* (maca) roots on spermatogenesis of male rats. *Asian J Androl* 3: 231-233.
21. Gonzales GF, Córdova A, Gonzales C, Chung A, Vega K, Villena A. 2001b. *Lepidium meyenii* (maca) improved semen parameters in adult men. *Asian J Androl* 3: 301-304.

22. Dailey RK, Neale AV, Northrup J, West P, Schwartz KL. 2003. Herbal product use and menopause symptom relief in primary care patients: a Metro Net study. *J Womens Health* 12: 633-641.
23. Geller SE, Studee L. 2005. Botanical and dietary supplements for menopausal symptoms: what works, what does not. *J Womens Health* 14: 634-649.
24. Ruiz-Luna AC, Salazae S, Aspajo NJ, Rubio J, Gasco M, Gonzales GF. 2005. *Lepidium meyenii* (Maca) increases litter size in normal adult female mice. *Reprod Biol Endocrinol* 3: 16-21.
25. López-Fando A, Gómez-Serranillos MP, Lock IO, Upamayt UP, Carretero ME. 2004. *Lepidium peruvianum* chacon restores homeostasis impaired by restraint stress. *Phytother Res* 18: 471-474.
26. Ronceros G, Ramos W, Garmendia F, Arroyo J, Gutiérrez J. 2005. Efficacy of fresh maca (*Lepidium meyenii* Walp) in the sportsmen increment in physical performance at high altitude. *An Fac Me Lima* 66: 269-273.