

Bacillus subtilis natto 균주로 발효한 병아리콩 낫토를 이용한 mask pack의 피부 개선 효과

엄미선 · 류희욱[†]

장안대학교 뷰티케어과, [†]송실대학교 화학공학과
(2018년 1월 18일 접수: 2018년 2월 22일 수정: 2018년 2월 28일 채택)

The Skin Improvement Effect of Facial mask pack using Chickpea natto fermented with *Bacillus subtilis* natto

Mi Sun Um · Hee Wook Ryu[†]

Department of Beauty Care, Jangan University

[†]Department of Chemical Engineering, Soongsil University

(Received January 18, 2018; Revised February 22, 2018; Accepted February 28, 2018)

요 약 : 건강 식품인 병아리콩을 화장품의 원료로 활용하기 위하여 *Bacillus subtilis* Natto 균주로 병아리콩을 발효한 낫토를 마스크 팩에 적용하여 피부개선 효과를 연구하였다. 병아리콩 낫토를 동결건조하여 얻은 분말을 paste 제형으로 얼굴 마사지 팩에 적용하였다. 50~60대 여성을 대상으로 낫토 팩의 피부개선 효과를 조사하였다. 낫토 팩의 처치 횟수가 증가함에 따라 피부가 개선되며 4회 처치 후 개선 효과가 두드러졌다. 4회 처치 후 수분 함량과 피지 분비량이 각각 $8.4 \pm 3.6\%$ 와 $4.0 \pm 2.3\%$ 증가하였고, 피부 모공과 주름도 각각 $1.8 \pm 0.3\%$ 와 $1.8 \pm 0.9\%$ 감소하였다. 피부 색소침착은 $1.3 \pm 0.2\%$ 감소되었고, 피부 톤은 55.2%에서 55.9%로 $0.7 \pm 0.2\%$ 밝아졌다. 병아리콩을 발효하여 얻은 낫토 발효물이 보습, 모공, 주름, 색소침착, 피지분비, 피부톤 등의 피부개선 효과가 있으며, 다양한 기능성 화장품의 원료로 활용 가능성을 확인하였다.

핵심어 : 병아리콩, *Bacillus subtilis*, 낫토, 마스크 팩, 피부 개선

Abstract : In order to utilize health food chick bean as a raw material for cosmetics, the skin improvement effect of a mask pack made of chickpea Natto fermented with *Bacillus subtilis* Natto strain was studied. Powder obtained by lyophilization of chickpea Natto was applied to a facial mask pack as a paste formulation. This Natto pack was applied to subjects in their 50s and 60s to investigate their effect on skin improvement. As the number of treatments of Natto pack increased, the skin was improved and the improvement effect was remarkable after 4 treatments. After four times treatments, moisture content and sebaceous secretion increased by $8.4 \pm 3.6\%$ and $4.0 \pm 2.3\%$, respectively. Skin pores and wrinkles were also decreased by $1.8 \pm 0.3\%$ and

[†]Corresponding author
(E-mail: hwryu@ssu.ac.kr)

1.8 ± 0.9%p, respectively. Skin pigmentation decreased by 1.3 ± 0.2%p and skin tone also increased from 55.2% to 55.9%. These results indicate that Natto product obtained by fermenting chickpea has the effect of improving skin such as moisturizing, pore, wrinkle, pigmentation, sebum secretion and skin tone, and can be used as a raw material for various functional cosmetics.

Keywords : Chickpea, Bacillus subtilis, Natto, Facial mask pack, Moisture, Skin improvement

1. 서론

소득이 높아지고 Well-being Trand가 확산되면서 well-being, happiness, fitness의 통합 개념인 wellness에 대한 관심이 확산되고 있다. 병아리콩(Chickpea)은 2017년 새로운 슈퍼푸드로 꼽히며 건강과 다이어트를 위한 식품으로 주목받고 있다[1].

병아리콩은 많은 국가의 단백질 및 무기물의 공급원으로 육류의 대체물로 사용되고 있다. 특히 시력과 피부를 개선시키고 노화를 늦추는 효능이 입증된 Vit A 농축 작물로 알려져 있다[2]. 병아리콩은 다양한 색의 Desi와 흰색의 Kabuli, 두 품종이 있는데 생산지역이 다르고 대체적으로 Kabuli의 영양 성분이 Desi보다 높게 나타났다[3, 4]. 병아리콩의 대표 음식인 후무스는 병아리콩, 타히니(Tahini: 참깨를 으갠 반죽), 올리브오일, 레몬즙, 소금, 마늘 등을 섞어 만든 소스로, 레바논이나 이집트 등 중동의 향토 음식이다. 연한 노란색에 무스 형태의 되직한 질감으로 고소한 맛을 내는데, 빵에 발라먹는 용도로 사용한다[5]. 병아리콩으로 인도네시아 전통 음식인 Tempe를 만들어 발효 여부에 따른 항산화능을 비교 평가하는 연구[6] 등 병아리콩의 생리 활성에 관한 연구가 활발해 지고 있다.

콩 종류 중에서 대두가 화장품의 유효성분으로 많이 연구되고 있다. 대두에 함유된 주요 성분 중 isoflavone은 여성호르몬인 에스트로겐과 구조가 유사하여 phytoestrogen으로 분류되며[7, 8], β-glucosidase 효소는 대두 자체에도 존재하지만 된장과 청국장과 같은 대두 발효식품 제조 시 미생물에 의해 생산된다[9, 10]. Isoflavone을 많이 함유한 발효 대두 식품은 비발효 대두식품보다 생리활성이 강하여 질병 예방에 더 효과적이다[11]. 대표적 대두의 발효산물인 Natto는 발효하는 동안 콩의 영양성분들이 분해되면서 여러 가지 필수아미노산, 지방산, 비타민, 미네랄 및 유

기산 등의 영양소를 발효 전보다 더 많이 생성하게 된다[12, 13]. 대두 발효물에 포함되어 있는 유용성분을 화장품에 활용하려는 연구가 많이 진행되고 있으며[14], 스킨푸드(SKIN FOOD)라는 브랜드의 ‘맛있는 푸드로 만든 맛있는 화장품’이라는 컨셉처럼 식품의 화장품화가 활발히 이루어지고 있다[15].

본 연구에서는 Desi 품종 중 우리나라에 수입되어 유통되는 황갈색의 병아리콩을 *Bacillus subtilis* natto 균주로 발효하여 낫토를 생산하고, 이를 얼굴 마스크 팩에 적용하였다. 병아리콩 낫토 분말을 paste 제형으로 팩을 만들어 50~60대 여성을 대상으로 피부 개선 효과를 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구대상

B. subtilis natto 균주로 병아리콩을 발효하여 얻은 낫토(이하 병아리콩 낫토)를 활용한 얼굴 마사지팩 적용실험은 50~60대 연령의 여성 25명을 대상으로 수행하였다. 피험자는 최근 2개월간 정기적인 피부 관리나 치료를 하지 않은 자를 선정하였고, 실험 기간 동안 피부 관련 시술을 받지 않고 실험 전에는 동일한 클렌져와 토너로션을 사용하도록 하였다.

2.2. 연구재료 및 측정기기

2.2.1. 종균과 병아리콩 낫토 분말

병아리콩 발효균주로 일본산 나토로 부터 직접 분리한 *B. subtilis* natto 균주를 사용하였다. *B. subtilis* natto의 접종원은 한천고체배지에서 배양한 종균을 100 mL의 LB 배지가 들어있는 삼각 플라스크에 백금으로 긁어서 접종한 후 shaking incubator에서 3일 동안 37°C에서 진탕배양하여 준비하였다.

병아리콩 낫토를 만들기 위해 미국산 병아리콩을 구입하여 사용하였다. 병아리콩은 물에 3회 세척하여 3~5°C에서 8시간 동안 담근 후 autoclave를 사용하여 121°C에서 20분간 멸균하여 준비하였다. 멸균한 병아리콩 100 g에 660 nm에서 흡광도가 1.0인 *B. subtilis* natto 종균 배양액을 1(v/w)% 접종하였다. 45°C의 CO₂-incubator (NB-203L, Vision scientific Co)를 이용하여 48시간 발효시켜 병아리콩 낫토를 생산하였다. 발효된 병아리콩 낫토를 -75°C의 deep freezer에 넣어 24시간 동결시킨 후 동결건조기(Operon, Co)를 사용하여 48시간 동안 건조하였다. 동결 건조된 병아리콩 낫토는 분쇄기로 갈아서 분말상태로 -25°C의 냉장고에 냉동 보관하여 실험에 사용하였다.

2.2.2. 연구방법

병아리콩 낫토 발효물의 피부개선 효과를 조사하기 위하여 낫토 분말을 paste 제형으로 병아리콩 낫토 팩(이하 낫토 팩)을 준비하였다. 낫토 팩은 냉동 보관중인 낫토 분말 25 g과 증류수 50 mL을 스푼으로 잘 혼합하여 paste 형태로 제조하였다.

낫토 팩 실험은 실내 온도 22±3°C, 습도 40~50%로 일정하게 유지되는 연구실에서 수행하였다. 피험자는 실험 30 분전에 도착하여 얼굴을 세안하고 토너로 정리하여 준비하도록 하였다. 낫토 팩은 준비된 피험자의 눈과 입 주변을 제외한 얼굴에 낫토 팩(paste) 약 7.5 g (낫토 분말 2.5 g + 증류수 5 mL)을 고르게 도포하였다. 낫토 팩에 포함되어 있는 낫토 균주가 생산한 protease 효소를 활성화시키기 위해 스티머((KEC-550, Zhuhai East Kingdom Electric Appliance Co)로 15분 동안 스팀을 얼굴에 분사시키면서 낫토 팩을 수행하였다. 15분경과 후 피험자의 얼굴을 세안하고 토너로 정리하였다. 낫토 팩 실험 전과 후에 각각 피험자 얼굴의 수분, 모공, 주름, 피지, 색소 침착, 피부톤을 측정하였다. 낫토 팩 실험은 피험자 당 3일 ~ 4일 간격으로 총 4회 반복하여 수행하였다.

2.3. 분석방법

낫토 팩 전후의 피부 상태의 변화는 Moisture Checker(MC-1000, PSI Co)를 사용하여 수분을 측정하였다. Moisture checker의 측정값은 피부 각질층의 수분함유량 대비 전기가 잘 통하는 정

도를 %로 나타내며, 측정값에 따라 피부의 상태를 매우 건조(very dry): 1~24%, 건조(dry): 25~34%, 보습(moisturized) 35~44%, 초보습(sufficiently moisturized): 45~65%로 분류한다. JANUS Facial Skin Scope System(DF8514, PSI Co)를 사용하여 모공, 주름, 피지, 색소침착, 피부톤을 측정하였다. JANUS는 모공과 주름은 일반광, 색소침착은 편광, 피지는 자외선, 피부 톤은 일반광과 편광으로 측정하여 분석하려는 대상을 %로 표시하는 피부분석기이다.

수집한 실험 data의 통계분석은 SPSS ver.19.0을 사용하였다. 시계열 분석을 위해 Repeated One-Way ANOVA를 실시하였다. 구형성이 가정되었을 경우에는 구형성 가정을 사용하여 분석하였고, 구형성이 가정되지 못하였을 경우는 Greenhouse-Geisser값을 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 피부 수분함량의 변화

병아리콩 낫토 팩 처치 횟수에 따른 피부 수분함량의 변화를 Fig. 1에 도시하였다. 낫토 팩으로 처치하기 전 피험자의 평균 피부 수분율은 31.3±5.0%로 건조피부이었다. 낫토 팩을 1회 처치 후 피부 수분율이 약 5.7±4.1%p 증가한 37.1±2.91%로 건조피부에서 촉촉한 피부로 바뀌었다. 처치 횟수가 거듭될수록 수분율이 증가하여 4회 처치 후에는 피부 수분율이 8.4±3.6%p 증가한 39.7±3.6%까지 증가하였다. 처치 횟수에 따른 수분함량의 증가는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(F=28.278, p<0.001). 병아리콩 발효물이 피부의 수분함량 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 반면에 본 연구에서 사용한 *B. subtilis* natto로 대두를 발효시켜 만든 낫토로 부터 추출한 protease 조효소액을 이용한 피부 도포의 경우 피부 수분함량의 변화가 없었다[15]. 두 연구 결과에서의 차이는 마스크 제형의 차이에 기인한 것으로 추정된다. Lee et al [15]의 연구에서는 효소액을 피부에 액상으로 도포하였지만, 본 연구에서는 paste 상태로 피부에 도포하였다. 즉 병아리콩 발효물의 수분이 수분공급을 하고 protease 효소가 공급된 수분을 유지시켜 피부의 수분량 향상에 긍정적인 영향을 미친다고 사료된다. 마스크 팩은 sheet, gel,

carboxy 등의 마스크 제형에 따라 처치 후 피부의 수분함량변화에 영향을 미치므로[17], 병아리콩 낫토 팩의 보습효과는 다양한 제형으로 제조하여 효능을 평가하는 추가적인 연구가 필요하다.

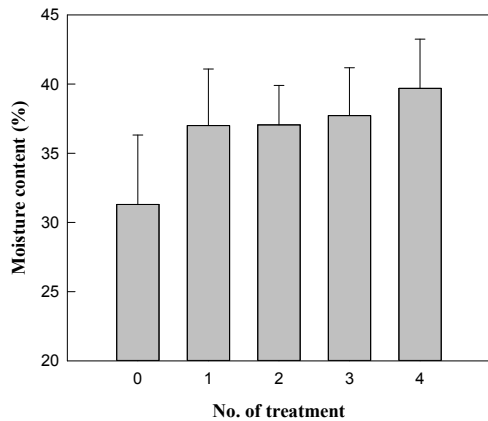


Fig. 1. Changes in moisture content by Natto mask pack treatment.

3.2. 모공의 변화

병아리콩 낫토 팩 처치 횟수에 따른 피부 모공의 변화율을 Fig. 2 에 도시하였다. 낫토 팩으로 처치하기 전 피험자의 평균 모공 측정값은 59.3±9.2% 이었다. 낫토 팩 처치 횟수가 증가함에 따라 모공 측정값이 감소하였다. 4회 처치 후 모공 측정값은 1.8±0.3%p 감소한 57.5±8.8% 이었다. 처치 횟수에 따른 모공 측정값의 감소는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(F=3.468,

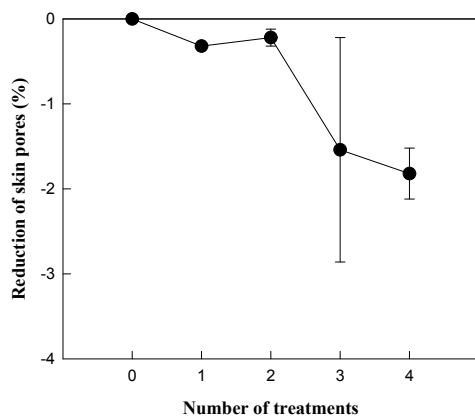


Fig. 2. Reduction of skin pores by Natto mask pack treatment.

p<0.05). 본 실험은 병아리콩 발효물 paste의 도포 실험이기 때문에 protease 효소가 활성화되어 모공 측정값이 감소되는 효과가 큰 것으로 사료된다.

3.3. 주름 개선 효과

병아리콩 낫토 팩 처치 횟수에 따른 주름의 변화율을 Fig. 3 에 도시하였다. 낫토 팩으로 처치하기 전 피험자의 평균 주름 측정값은 28.0±11.4% 이었다. 낫토 팩 처치 횟수가 증가함에 따라 주름 측정값이 감소하였다. 4회 처치 후 주름 측정값은 1.8±0.9%p 감소한 26.2±10.2% 이었다. 처치 횟수에 따른 주름의 감소는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다(F=1.426, p>0.05). 대두 낫토로 부터 추출한 protease 조효소액은 유의미한 주름 개선 효과가 관찰되지는 않았지만 처치 후 피부결의 개선 효과는 뚜렷하였다[15]. 이는 발효로 인한 필수 아미노산, 지방산, 유기산의 증가로 피부 탄력이 개선되어 낫토 유래의 피부 개선 팩이나 조효소액이 효과가 있음을 알 수 있다.

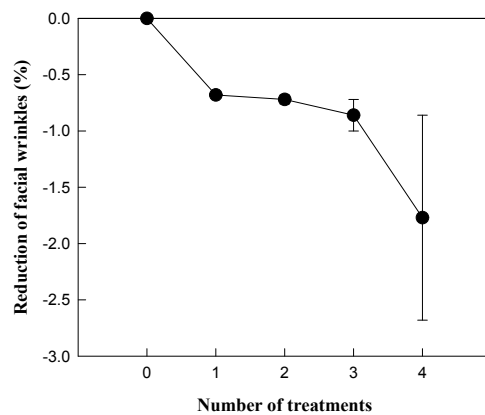


Fig. 3. Reduction of facial wrinkles by Natto mask pack treatment.

3.4. 피지에 대한 분석

병아리콩 낫토 팩 처치 횟수에 따른 피지 분비 변화율을 Fig. 4 에 도시하였다. 낫토 팩으로 처치하기 전 피험자의 평균 피지 분비 측정값은 13.6±16.4% 이었다. 낫토 팩 처치 횟수가 증가함에 따라 피지 분비 측정값은 증가하였다. 4회 처치 후 피지 분비 측정값은 4.0±2.3%p 증가한 17.6±14.5% 이었다. 이러한 연구 결과는 대두

낫토 추출 조효소액을 이용한 deep cleansing의 경우 유분 분비가 촉진되는 결과와 일치한다[15]. 낫토 추출물 또는 낫토 팩으로 처치 후 피지분비가 촉진되는 것은 낫토에 있는 단백질 분해 효소에 의해 피부 각질이 분해되어 피지 분비가 원활하기 때문으로 추정된다.

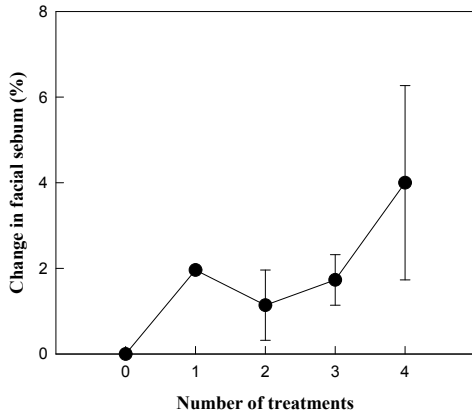


Fig. 4. Change in facial sebum by Natto mask pack treatment.

3.5. 색소침착에 대한 분석

병아리콩 낫토 팩 처치 횟수에 따른 색소침착 변화율을 Fig. 5 에 도시하였다. 낫토 팩으로 처치하기 전 피험자의 평균 색소침착 측정값은 $33.0 \pm 10.7\%$ 이었다. 2번의 낫토 팩 처치까지는 색소침착 측정값이 약간 감소하였지만, 그 이상의 처치에서는 급격하게 감소하였다. 4회 처치 후

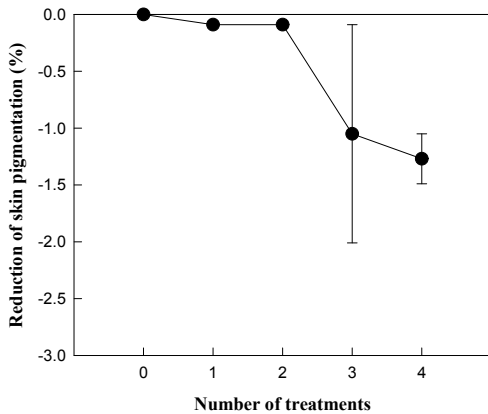


Fig. 5. Change in skin pigmentation by Natto mask pack treatment.

색소침착 측정값은 $1.3 \pm 0.2\%$ 감소한 $31.7 \pm 10.1\%$ 이었다. 처치 횟수에 따른 색소침착 측정값의 감소는 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($F=3.042, p<0.05$). 즉 병아리콩 발효물의 필수아미노산, 탄수화물 등이 피부의 색소침착 향상에 도움이 되었음을 알 수 있다.

3.6. 피부톤에 대한 분석

병아리콩 낫토 팩 처치 횟수에 따른 피부톤 변화를 Fig. 6 에 도시하였다. 낫토 팩으로 처치하기 전 피험자의 평균 피부톤 측정값은 $55.2 \pm 2.8\%$ 이었다. 낫토 팩 처치 횟수가 증가함에 따라 피부톤 측정값이 증가하였다. 4회 처치 후 피부톤 측정값은 $0.7 \pm 0.2\%$ 증가한 $55.9 \pm 2.6\%$ 이었다. 처치 횟수에 따른 피부톤 측정값의 감소는 통계적으로 유의미한 차이를 보여($F=4.284, p<0.01$) 병아리콩 발효물의 필수아미노산, 탄수화물 등이 피부톤 향상에 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

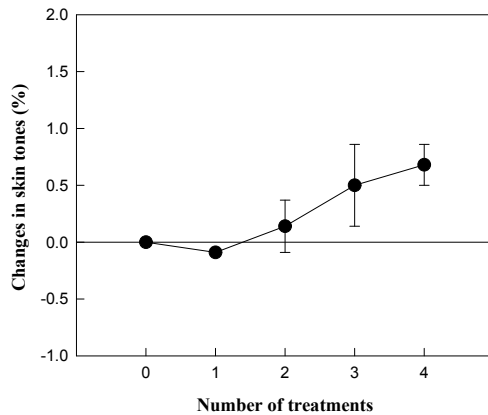


Fig. 6. Change in skin tones by Natto mask pack treatment.

3.7. 수분에 대한 유형과 시간에 따른 이원변량 분석

병아리콩 발효물의 수분 향상 효과를 분석하기 위하여 피지분비가 개선된 그룹과 비개선 그룹에 대한 수분함량의 변화를 Fig. 7에 도시 하였다. 두 그룹 모두 낫토 팩 횟수가 증가함에 따라 수분함량이 증가하였다(Fig. 7a). 처치전의 수분함량과 비교하여 처치횟수 변화에 따른 수분함량의 증가량은 두 그룹 간에 차이는 미미하였다. 피지분비 개선그룹과 피지 분비 감소그룹의 처치 횟

수에 따른 수분함량의 차이에 대해 Repeated Two-Way ANOVA를 수행하였다. 구형성 가정을 검증하는 Mauchly W가 0.270으로 통계적으로 유의미하였고($\chi^2=24.124$, $p<0.01$), 구형성 가정이 성립되지 않는다. 피지분비 개선 그룹보다 피지분비 감소 그룹의 수분함량이 더 높았다. 집단 내 결과는 처치횟수가 증가할수록 통계적으로 유의미한 차이를 보인다($F=30.060$, $p<0.000$). 처치 횟수에 따른 수분함량의 증가는 피지분비 개선그룹과 피지분비 감소그룹 간의 차이가 없었다($F=6.032$, $p<0.05$).

병아리콩의 주성분은 탄수화물, 지방, 단백질, 비타민 (A, B12, B6, C, D)와 미네랄 등이 풍부하다. 많은 연구에서 *B. subtilis* 균주를 콩과류와 다양한 식품들을 발효하였을 때 항산화작용, 항염증, 미백 효과 등 다양한 기능이 있으며, 항산화활성과 총 폴리페놀함량, 플라보노이드 함량 등이 증가하는 것으로 알려져 있다[13, 15, 16, 8-20]. 병아리콩 낫토의 피부 개선 효과들은 병아리콩 자체의 성분 뿐 아니라 *B. subtilis*로 병아리콩을 발효하는 과정에서 항산화물질과 단백질 분해효소가 생산되기 때문으로 추정된다.

4. 결론

B. subtilis Natto 균주로 병아리콩을 발효하여

생산한 낫토를 paste 제형으로 얼굴 마사지 팩에 적용하여 피부 개선효과를 조사한 주요 연구 결과는 다음과 같다. 낫토 팩의 처치 횟수가 증가함에 따라 보습, 모공, 주름, 피지분비, 색소침착 및 피부톤 등의 개선효과가 나타나며, 4회 처치 시 피험자의 개선효과가 두드러지게 나타났다. 낫토 팩의 처치 횟수가 증가함에 따라 수분함량이 증가하였으며 4회 처치 시 수분 함량이 $8.4\pm 3.6\%$ 증가하여 건조(dry)에서 보습(moisturized)으로 피부가 개선되었다. 피부 모공과 주름도 4회 처치 후 각각 $1.8\pm 0.3\%$ 와 $1.8\pm 0.9\%$ 감소하였다. 낫토 팩 처치 횟수가 증가함에 따라 피지 분비가 증가하였고, 4회 처치 후 피지분비량이 $4.0\pm 2.3\%$ 증가하였다. 피지분비 증가는 낫토에 들어있는 protease가 피부 각질을 분해하여 모공을 열어 피지분비를 원활하게 하는 효과가 있다. 피부 색소침착도 4회 처치 후 $1.3\pm 0.2\%$ 감소하였고, 피부 톤도 이 밝아졌으며, 4회 처치 후 피부 톤이 55.2%에서 55.9%로 $0.7\pm 0.2\%$ 증가하였다. 이러한 연구 결과들은 병아리콩을 발효하여 얻은 낫토 발효물이 보습, 모공, 주름, 색소침착, 피지분비, 피부톤 등의 피부개선 효과가 있어 다양한 기능성 화장품의 원료로 활용이 가능성이 있다.

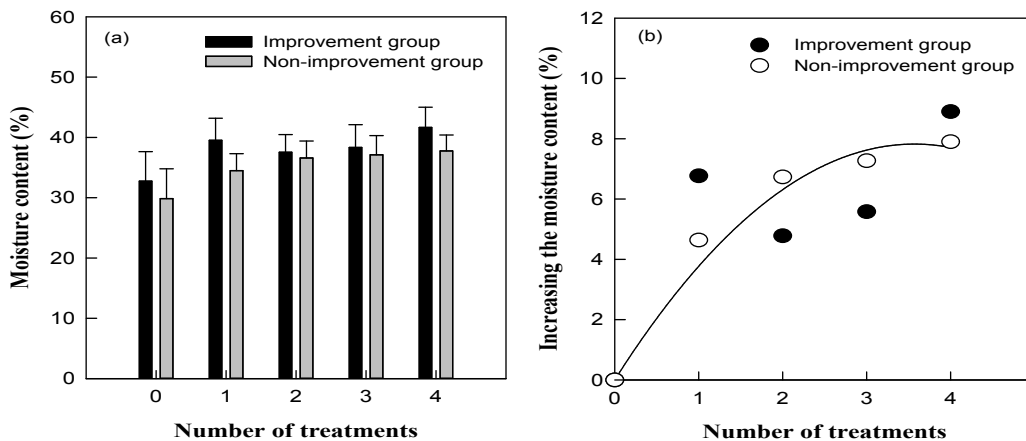


Fig. 7. Changes in the moisture content of the improvement group and the non-improvement group in sebum secretion.

References

1. Vogue, Looking for super food in 2017, <http://www.vogue.co.kr/2017/01/12>.(access ed Jen, 12, 2017)
2. University of Saskatchewan-Federica Giannelli, Student studies vitamin A-boosted chickpeas, <http://news.usask.ca/articles/research/2017/student-studies-vitamin-a-boosted-chickpeas.php>. (accessed Jun 9, 2017)
3. V. Devasirvatham, "The Basis of Chickpea Heat Tolerance Under Semi-Arid Environments", pp 1-2, (2012).
4. V. Devasirvatham, "The Basis of Chickpea Heat Tolerance Under Semi-Arid Environments", pp 4-5, Western Sydney University, (2012).
5. M. S. Naser, C. Mhamani, S. Ali-Asghar, M. A. Ali, A. G. Abolfazl, "Nutritional evaluation of kabuli and desi type chickpeas (*cicer arietinum* L.)for ruminants using in vitro gas production technique", *African Journal of Biotechnology*, **Vol. 7, No.16** pp 2946-2951, (2008).
6. Y. Liu, "Acute Effects of Navy Bean Powder, Lentil Powder and Chickpea Powder on Postprandial Glycaemic Response and Subjective Appetite in Healthy Young Men", pp 5-6, Toronto university, (2009).
7. N. Watanabe, M. Sakao, "Antioxidant Activity of Chickpea Tempeh", *GAKUEN*, **Vol.902** pp 55-58, (2015).
8. S. A. Bingham, C. Atkinson, J. Liggins, "Phytoestrogen : Where are we now", *British J Nutr*, **Vol.79** pp 393-406, (1998).
9. F. Brouns, "Soya isoflavones a new and promising ingredient for the health foods sector", *Food research international*, **Vol.35** pp 187-193, (2002).
10. G. H. Low, L. J. Custer, "Isoflavone levels in Soy foods consumed by multiclinic populations in singapore and hawaii", *J Agric food Chem*, **Vol.47** pp 977-986, (1999).
11. M. Fukutakc, M. Takahashi, K. Ishida, H. Karamura, T. Sugimura, K. Wakabayashi, "Quantification of genistein and genistin in soybeans and soybean products", *food Chem Toxicol*, **Vol.34** pp 457-461, (1996).
12. <https://ko.wikipedia.org>
13. F. G. Bemard, Z. Alexandre, M. Robert, M. Catherine, "Production and characterization of bioactive peptides from soyhydrolysate and-fermented food", *Food Res. International*, **Vol.37** pp 123-131, (2004).
14. B. S. Kim, "The changes of isoflavone and biological activities of fermented soybeans on different fermentation periods", pp 42-43, Andong National University, (2009).
15. S. H. Lee, P. H. Kim, H. W. Ryu, "Deep cleansing of skin by using protease produced from bacillus subtilis natto", *J. Kor. Soc. Esthe & Cosm*, **Vol.2, No.4** pp 159-166, (2007).
16. S. Y. Baek, H. J. Yun, H. S. Choi, B. S. Koo, S. H. Yeo, "Isolation and Physiological Characteristics of Microorganisms Producing Extracellular Enzymes from Korean Traditional Soybean Sauce and Soybean Paste", *J. Microbiol. Biotechnol*, **Vol.38, No.4** pp 379-384, (2010).
17. M. S. Um, H. W. Ryu, "Effect of the formulations of facial masks on the improvement of skin conditions", *J. Kor. Soc. Cosm*, **Vol.21, No.5** pp 814-819, (2015).
18. M. Y. Juan, C.C. Chou. Enhancement of antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of black soybeans by solid state fermentation with *Bacillus subtilis* BCRC 14715. *Food Microbiology*, **Vol.27, No.5**, pp 586-591, (2010).
19. B. Moktan, J. Saha, P. K. Sarkar. Antioxidant activities of soybean as affected by Bacillus-fermentation to

- kinema. Food Research International, **Vol.41, No. 6, pp** 586–593, (2008).
20. L. C. Kuo, W. Y. Cheng, R. Y. Wu, C. J. Huang, K. T. Lee. Hydrolysis of black soybean isoflavone glycosides by *Bacillus subtilis* natto. Applied Microbiology and Biotechnology. **Vol.73, No.2, pp** 314–320, (2006).