

균주 종류를 달리한 참당귀의 발효 후 유효 성분 변화

Analysis of Active Ingredients Changed After Fermentation by Different Types of Bacteria for *Angelica Gigas* Nakai

정연옥

Y. O. Jung
수이케이
바이오랩¹
yenok7477@hanmail.net

박노복 *

N. B. Park
국립한국농수산대학
화훼학과²
noubogpark@naver.com

Abstract

It was investigated how the contents of four active ingredients, nodakenin, decursinol, decursin, and decursinol angerate, which are active ingredients of *Angelica gigas* Nakai, cause material changes depending on the type of bacteria. Fermentation experiments were conducted using 9 types of bacteria: 5 types of *Bacillus* EMD17, 9-3, HCD2, #8, 191 and 4 types of *Lactobacillus* KCTC 3320, WCP02, S65, P1201.

1. The contents of decursin and decursinol angerate, which are indicator substances, rapidly decreased after 2 days of fermentation by inoculating *Bacillus* bacteria in the extract of *Angelica gigas* Nakai. Even after 4 days of fermentation, the contents of decursin and decursinol angerate were the same as on the 2nd day. On the other hand, the content of nodakenin and decursinol increased after 4 days of fermentation. In addition, the content of decursin increased significantly after 6 days of fermentation.

2. Substance changes of nodakenin and decursinol after inoculation of *Bacillus* bacteria into the extract of *Angelica gigas* Nakai were almost non-existent regardless of the type of bacteria. The change in effective content of decursin and decursinol angerate was large in *Bacillus* EMD17 and 9-3. Changes in the contents of decursin and decursinol angerate were almost non-existent in *Bacillus* HCD2, #8, and 191 strains.

3. As a result of finding out the change in active ingredient after 8 days of fermentation using 4 types of *Lactobacillus* KCTC 3320, WCP02, S65, and P1201 extracts of *Angelica gigas* Nakai, there was almost no change in the contents of nodakenin and decursinol regardless of the type of bacteria. However, in the case of fermentation with *Lactobacillus* S65 and P1201, the contents of decursin and decursinol angerate were changed.

Key words : *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Angelica gigas* Nakai, Active ingredients, Fermentation

*교신저자

1 Sooy-K Bio Lab. Research and Development

2 Department of Floriculture, Korea National College of Agriculture and Fisheries

I. 서론

화장품 전성분 표시제가 시행됨에 따라 소비자들의 화장품에 대한 인식수준이 상승되어 있다. 덜 유해한 성분이 많이 함유되어 있으면 하는 기대감을 충족시킬 수 있는 천연물이 많이 함유된 고부가가치 천연뷰티 또는 저자극성 제품의 개발이 필요하다. 이런 추세와 더불어 한방 및 발효화장품¹⁸⁾은 친환경을 표방하는 세계적인 트렌드가 된 'wellbeing', '자연주의'를 지향한다. 인체에 해가 적으며 안정성이 확인된 식물에서 유래한 성분군이 많이 함유된 제품군을 선호하는 needs의 욕구가 강하게 표출된다. 이런 소비자들의 변화된 요구를 충족시키기 위해 화장품 생산을 하는 기업은 원료를 생산하는 기업에게 천연에서 유래하고 친환경적인 제품군의 공급을 요구한다. 이런 추세를 반영하여 화장품회사에서는 천연물 유래 화장품을 개발하기 위한 독자적인 연구영역을 꾸준히 하고 있다.

수년 전까지만 해도 화장품 제조에 사용되는 원료의 대부분이 합성 화합물이었으나, 천연소재를 기반으로 한 기능성 화장품 시장이 점차 확대되고 있으며 이에 따른 고부가가치 식물 유래 원료의 사용이 증가되고 있는 실정이다¹⁷⁾. 이처럼 화장품에 천연물질의 기능성이 강화된 제품 소비는 날로 증가하는 추세이다. 따라서 현재 소비자의 요구에 따른 각 기업 및 연구기관에서는 천연물에 함유된 우수한 생리활성 효능을 보이는 기능성 소재 개발에 많은 연구가 이루어지고 있다.

대부분의 생물체는 다양한 외부환경 요소에 활성산소종이 생성된다. 우리 체내에 활성 산소가 증가하게 되면 산화적 스트레스를 일으키고 이는 세포 내의 단백질 및 지질성분이 다른 형태로 바뀌면서 기능 저하와 더불어 여러 질환의 일으키는 원인이 되기도 한다. 따라서 이런 현상을 늦추거나 억제하는 새로운 소재를 전통적으로 사용해 온 발효라는 과정을 통해 안전성이 담보된 원료

를 개발하고자 하는 연구가 진행 중이다⁵⁾.

최근 들어 유용 미생물을 이용해 추출물을 발효시켜 추출물이 가진 독성을 줄이고 있다. 유효성분의 함량에 많은 변화를 일으키거나 혹은 기능성을 가진 생리활성 물질이 또 다른 물질로 전환되어 원래 가진 물질과는 다른 물질이 생성되어 효능이 높아지게 하는 등 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 이러한 물질과 함량의 변화뿐 아니라 인체에 잘 흡수되지 않던 고분자를 저분자 구조로 만들어 인체에 영향을 끼치는지 활발한 연구가 이루어지고 있다. 발효 균주로 이용되는 종류는 lactic acid bacteria, filamentous fungi, bacillus, yeast 등이 있다. 이렇게 인체에 유익한 미생물을 이용한 발효기술을 통해 saponin, phytic acid, peptide, oligosaccharide, 다당체 등의 인체에 유익한 발효물을 얻거나 또는 새로 생성된 물질 간의 시너지 작용을 통해 생리활성 향상과 기능성 효능이 높아지는 것으로 알려졌다²²⁾.

현재 다양한 식물에서 추출한 원료에서 기능성 효능을 가진 항산화, 미백, 주름개선 등에 효과를 보인다는 보고가 있다^{3, 13, 14, 16)}. 최근 판매되고 있는 화장품의 대다수는 기능성 효능을 첨가한 화장품이라는 개념이 도입되어 세계적으로 널리 이용하고 있다³⁾.

참당귀는 예로부터 한약과 민간에서 많이 사용한 약재이며 맛이 달고, 독성과 부작용이 거의 나타나지 않는다. 약성이 따뜻해 건강증진 목적이나 특정 질병이 있을 때 치료하는 치료제로 이용된 우리나라 대표적인 생약재제 중의 하나이다. 국내에서 생산 재배되어 판매하고 있는 참당귀의 주요성분은 decursin, decursinol, nodakenin, decursinol angelate, nodakenetin, limonene, umbelliferone 등을 함유하고 있다고 보고 하였다^{8, 11, 15)}. 유효성분의 retention time은 각각 nodakenin 0.85분대, decursinol 2.0분대, decursin 6.4분대, decursinol angelate를 6.6분대로 확인하였다¹⁾.

의약품 개발에 관한 연구로는 발효 당귀의 생리 활성 물질 및 효과⁴⁾, 참당귀 잎, 줄기, 뿌리 추출물의 생리활성효과⁶⁾, 당뇨 유발 모델에서 참당귀 추출물의 당뇨 개선 효과¹⁹⁾ 등이 보고되었다. 유효성분으로 알려진 decursin은 뿌리뿐 아니라 줄기와 잎에도 함유되어 있을 확인하였다⁶⁾.

이들 유효성분은 인체 조직 재생 및 tyrosinase 저해 효과에 따른 미백 작용^{7, 9)}과 항산화 작용¹⁰⁾에서도 우수한 효능을 보였다. 또한 초고압 추출 공정으로 자외선 차단 효과 및 피부 미백활성에서 차단효과가 월등했고, 미백효능도 나타났다⁹⁾.

*Saccharomyces cerevisiae*를 이용하여 발효한 decursin 및 decursinol angelate 함량이 높게 나타나 향후 기능성 화장품 소재 개발을 기대할 수 있을 것²¹⁾이라 하여 참당귀를 발효 후 기능성 화장품 소재로 이용할 수 있는 가능성이 보였다.

참당귀(*Angelica gigas* Nakai)는 여러해살이풀로 미나리과(Umbelliferae)에 속한다. 우리나라 고산지역과 중국 동북부에서 자라며 뿌리를 당귀라 하여 약으로 사용한다. 참당귀 뿌리는 현재까지도 보혈제로 사용되고 있으며, 각종 진통과 진경 등에 약효가 있어 한방 생약재제로서 주로 부인과 질환과 혈액 순환에 도움을 주기 위해 사용된다⁶⁾. 또한 최근 연구를 통하여 면역증강작용, 항암작용, 혈소판 응집 억제작용 등이 알려져 있다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

건조한 참당귀는 경남 산청군 소재 참당귀 재배농가에서 3년 재배 후 같은 해 가을에 채취하여 절단한 것을 이용하였다. 발효에 사용된 균주는 *Lactobacillus* KCTC 3320, WCP02, S65,

P1201 4종류와 *Bacillus* EMD17, 9-3, HCD2, #8, 191이다.

2. 균주배양에 따른 유효성분의 변화

발효균을 배양을 하기 위해 균주 배양은 glucose 10%, peptone 5%, KNO₃ 2%, NH₄H₂PO₄ 2%, MgSO₄·7H₂O 0.5% 및 CaCl₂ 0.1%를 함유한 배지를 사용하였다. Shaking incubator(JEIOTECH, ISS-4075R, Seoul, KOREA)는 온도 30°C, 150 rpm으로 setting하여 72시간 배양하였다. 이후 건조된 분말에 5% 정도를 첨가하여 30°C에서 12일간 고체 배양시켰다. 분쇄한 참당귀 분말에 MRS 배지에서 전배양한 유산균을 원료 대비 5%를 첨가하여 30°C, 습도 45%를 유지하여 7일간 발효하였다.

3. 분석조건

분석기기는 Acquity UPLC (Waters, waters, USA)를 사용하였으며, 컬럼은 Waters Acquity BEH C18 column (2.1×100 mm, 1.7µm), 용매 A는 HPLC용 water(0.1% formic acid), 용매 B는 acetonitrile을 사용하여 gradient 조건으로 분석하였다. 분석조건은 column oven 온도 25°C, 이동상의 속도 0.4ml/min, DAD 분석파장은 330nm로 용매 gradient 조건으로 분석하였다. 지표물질로 알려진 nodakenin, decursin, decursinol, decursinol angelate을 중심으로 분석하였다 (Fig. 1).

발효물의 분석은 지표물질 중심 정량/정성 분석을 위해 UPLC-QTOF-Mass를 이용하여 분석을 실시하였다. 분석조건은 Waters UPLC-QTOF-Mass를 사용하였으며 ACQUITY BEH C₁₈ chromatography column(2.1×100 mm, 1.7µm), 칼럼온도는 35°C, mobile phases A와 B는 water (0.1% formic acid), acetonitrile을 사용하였다. 분자

균주 종류를 달리한 참당귀의 발효 후 유효 성분 변화
정연옥, 박노복

량 확인을 위한 질량분석 또한 실시하였다.

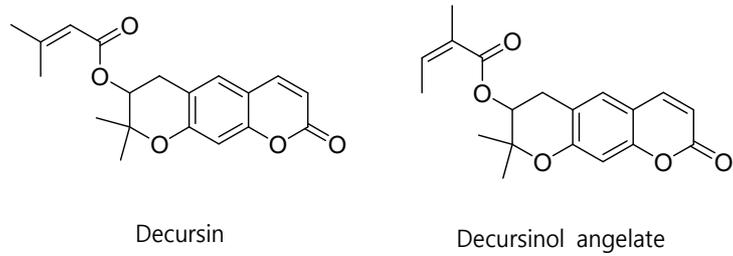


Fig. 1. Structural formulas of decursin and decursinol angelate of *Angelica gigas* Nakai

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 재료

산청에서 3년 재배한 후 가을에 수확하여 건조

한 참당귀 뿌리를 이용하여 에탄올을 이용하여 추출 한 후(Fig. 2, 3) 이를 물질분석을 하고, 발효를 하기 위해 추출물에 *Lactobacillus* 4종과 *Bacillus* 5종의 균주를 접종하여 성분을 변화를 알아본 결과는 다음과 같다.



Fig. 2. Fermentation process of fractions after extraction of *Angelica gigas* Nakai



Fig. 3. Concentrated powder after freeze drying of *Angelica gigas* Nakai

2. 균주배양에 따른 유효성분의 변화

참당귀를 발효하기 전 유효 성분의 함량을 분석하기 위해 EtOH 50%로 추출 후 농축한 분말가루(Fig. 3)를 만들어 동결건조 한 후 분석하였다(Fig. 4). 유효 성분은 모두 nodakenin, decursinol, decursin, decursinol angelate 4종을 분석하였다. RT는 nodakenin 1.143ppm, decursinol 2.105ppm, decursin 5.500ppm, decursinol angelate 5.607ppm으로 나타났다. 이는 retention time이 nodakenin 0.85분대 ~

decursinol angelate를 6.6분대로 나타낸다고 한 보고와는 유사하였다¹⁾. 이렇게 시간대가 다른 것은 분석기기 조건이 상이하기 때문에 기인한 것으로 생각된다. 유효 성분의 함량은 decursinol angelate 186.040ppm > decursin 179.133ppm > nodakenin 30.550ppm > decursinol 3.615ppm으로 decursinol angelate와 decursin이 가장 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다(Table 1). 이는 참당귀 뿌리를 각 지역에서 재배한 것을 함량분석 후 유효성분 함량 분석한 결과와 동일한 양상으로 나타났다¹²⁾.

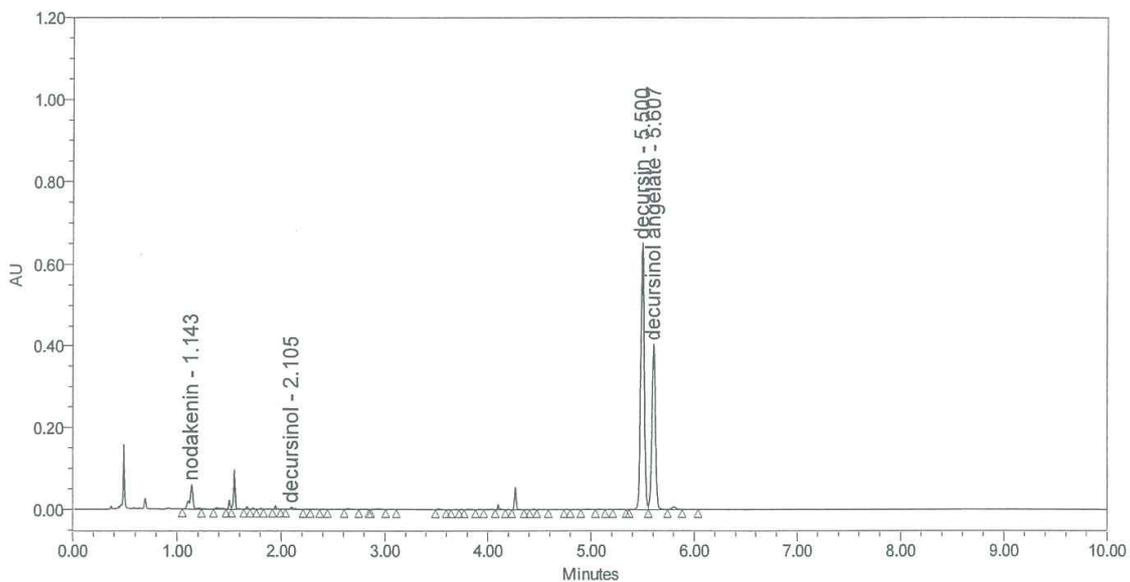


Fig. 4. Analysis of components after ethanol extraction of *Angelica gigas* Nakai

Table 1. Composition of ingredients after ethanol extraction of *Angelica gigas* Nakai

Peak name	RT	Area	%Area	Height	Amount	Units
Nodakenin	1.143	135445	4.40	60193	30.550	ppm
Decursinol	2.105	12584	0.41	6576	3.615	ppm
Decursin	5.500	1571424	51.07	653963	179.133	ppm
Decursinol angelate	5.607	1021051	33.18	404675	186.040	ppm

균주 종류를 달리한 참당귀의 발효 후 유효 성분 변화
정연옥, 박노복

3. *Bacillus* 5종 접종 기간에 따른 유효성분 변화

유효성분의 함량 변화를 알아보기 위해 *Bacillus* 9-3을 접종한 후 2, 4, 6일이 경과한 후 유효성분 함량을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 균주를 접종한 2일 후부터 decursin과 decursinol angerate의 함량이 급격히 감소한 것을 확인할 수 있었다. 4일이 경과한 후에도 decursin과 decursinol angerate의 함량 변화는 2일째와 동

일한 결과를 보였다. 하지만 nodakenin과 decursinol의 함량은 반대로 증가하였다. 접종한 지 6일 경과 후에는 decursin과 decursinol angerate의 함량에 많은 변화가 있었다. *Bacillus*를 이용하여 발효 기간별로 물질 분석 결과 유효성분의 변화가 많은 것으로 나타났다. 기간이 경과함에 따라 다른 물질의 변화도 많이 일어났지만 어떤 물질인지에 대한 동정하지 못했다. 이 부분에 대한 동정을 추후 진행할 예정이다.

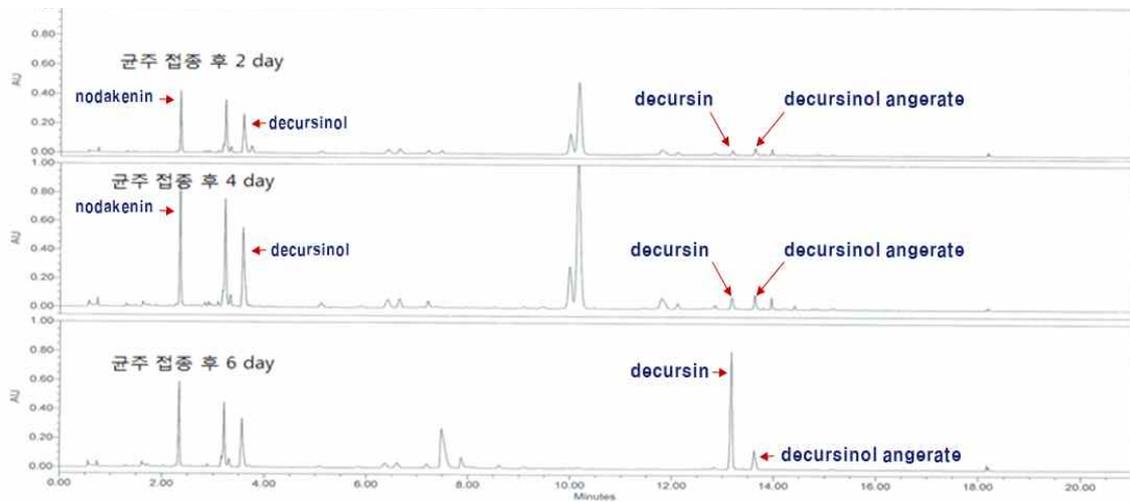


Fig. 5. Changes in active ingredients after 2 to 6 days after inoculation of *Bacillus* 9-3 on *Angelica gigas* Nakai

4. *Bacillus* 5종 접종 6일 경과 후 유효성분 변화

Bacillus EMD17, 9-3, HCD2, #8, 191 5종류를 참당귀 추출물에 첨가하여 6일동안 발효한 결과는 fig. 6과 같이 나타났다. *Bacillus*균 접종 후 nodakenin과 decursinol의 변화는 균주 종류와 관계없이 거의 변화가 나타나지 않았다. *Bacillus* EMD17, 9-3균주는 decursin과 decursinol angerate의 함량 변화가 큰 것으로 나타났다. 반면 *Bacillus* HCD2, #8, 191균주에서는 decursin과 decursinol angerate의 함량이 거의 나타나지

않았다. *Bacillus subtilis* 균주를 이용하여 뿌잎을 발효한 결과 총 발효 전 유리아미노산은 486.91 µg/g이었으나 발효 후에는 644.35 µg/g으로 약 32.3% 정도 증가하였으며, 그 외에도 alanine, isoleucine, leucine, valine의 물질 함량이 3배 이상 증가하였다는 보고가 있다²⁰⁾. 또한 참당귀 추출물에 *Saccharomyces cerevisiae*를 이용하여 발효 시켰을 때 decursin 함량이 증가한다는 보고²¹⁾를 하여 본 연구 결과와 유사한 경향을 보였다.

Bacillus CP6 금화균 발효 추출물과 비발효 금

화규 추출물을 비교한 결과 ABTS+ radical 소거능 및 DPPH radical 소거능이 모두 높게 나타났다고 보고²⁾하였으며 앞으로 참당귀도 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 사료된다. 이는 생리활성 물질의 변화에 의한 것이 아닌가 하고 사료되며, 품종은 다르지만 유사한 결과가 나왔다. 이는 균

주의 종류에 따라서 유효함량의 변화에 큰 영향을 끼친다는 것을 알 수 있었다. 앞으로 이들 균주에 의한 발효 후 total polyphenol 함량과 total flavonoid 함량의 변화도 연구되어야 하고 이에 따른 항산화와 주름개선, 미백과 같은 기능성 *in-vitro* test도 병행되어야 하겠다.

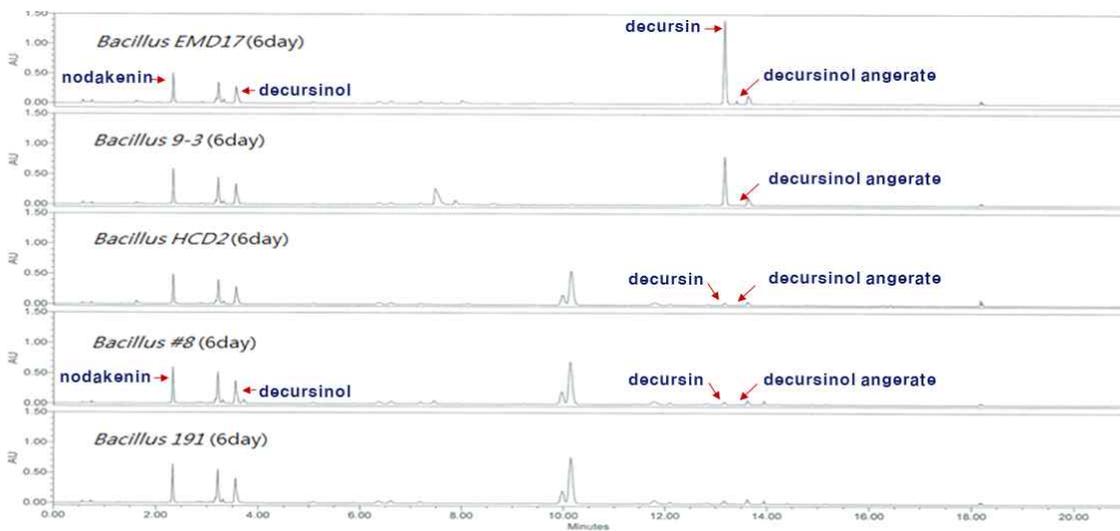


Fig. 6. Changes in active ingredients 6 days after inoculation with 5 types of *Bacillus* bacteria

5. *Lactobacillus* 4종 접종 8일 경과 후 유효성분 변화

Lactobacillus KCTC 3320, WCP02, S65, P1201 4종류를 이용하여 접종 8일 후 유효성분 변화를 알아본 결과는 fig. 7과 같다. 균주 종류와 상관없이 nodakenin과 decursinol의 함량 변화는 거의 나타나지 않았다. *Lactobacillus* S65, P1201 균주는 decursin과 decursinol angelate의 함량에 변화가 나타났다. Decursin은 함량이 오히려 줄어들어 참당귀에서 *Lactobacillus brevis*, *L. acidophilus*와 *L. plantarum*을 사용하였을 때 decursin의 함량이 높게 나타났다고 보고한 결과²⁰⁾와 상이한 결과를 보였다. 이는 균주에 의한 차이에서 기인된 것일 수도 있다고 사

료된다. 본 연구에서 유효함량 중 decursin과 decursinol angelate의 함량이 줄어드는 균주에서는 다른 물질의 함량이 상대적으로 증가되는 것을 알 수 있었다. 균주를 접종한 후 decursin과 decursinol angelate의 함량은 큰변화가 나타났지만 nodakenin과 decursinol의 함량 변화는 거의 나타나지 않았다.

당질 분해력이 높은 균주로 알려진 *Saccharomyces cerevisiae*를 접종하여 발효시킨 후 decursin과 decursinol angelate의 함량이 무처리구에 비해 각각 136.43%, 144.15%로 가장 큰 증가를 보였다는 보고²¹⁾와는 다소 상이한 결과를 보였다. *A. oryzae*, *A. kawachii* 및 *M. purpureus* 균주를 접종하여 발효시킨 당귀에서는 decursin의 함량

균주 종류를 달리한 참당귀의 발효 후 유효 성분 변화
정연옥, 박노복

비율이 모두 발효시킨 후 모두 증가하였으나, decursin과는 달리 decursinol angelate 함량비율은 발효전과 후의 비율이 변화가 미미하였다는 보고⁴⁾와는 유사한 결과를 얻었다. 이처럼 균주의

종류와 물질의 종류에 따라 성분의 함량변화는 발효에서 많이 일어난다는 것을 알 수 있다. 앞으로 발효 후에 대한 유효성분의 변화에 대한 것도 연구되어야 할 것이다.

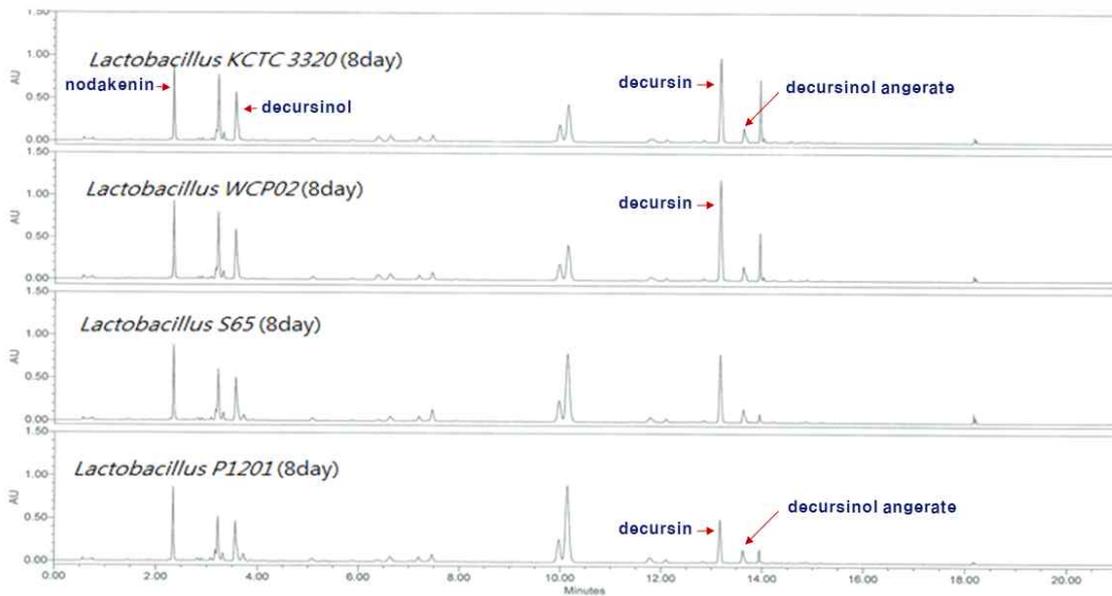


Fig. 7. Changes in active ingredients after 8 days of inoculation with 4 kinds of *Lactobacillus* bacteria

IV. 적요

참당귀의 유효성분인 nodakenin, decursinol, decursin, decursinol angelate 4종의 함량이 균주에 따라 어떤 물질의 변화를 일으키는지를 알아보기 위해 *Bacillus* EMD17, 9-3, HCD2, #8, 191 5종과 *Lactobacillus* KCTC 3320, WCP02, S65, P1201 4종 모두 9종류의 균주를 이용하여 발효 실험을 실시하였던 바 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. 참당귀의 추출물에 *Bacillus*균을 접종하여 발효한지 2일 경과한 후부터 지표물질인 decursin 과 decursinol angelate의 함량이 급격히 감소

하였다. 이는 발효한지 4일이 경과한 후에도 decursin과 decursinol angelate의 함량이 2일 째와 동일했다. 반면 발효한지 4일이 경과한 후에 nodakenin과 decursinol의 함량이 높아졌다. 또한 decursin의 함량은 발효한지 6일이 지난 후에는 크게 증가하였다.

2. 참당귀의 추출물에 *Bacillus*균을 접종 후 nodakenin과 decursinol의 물질변화는 균 종류에 관계없이 거의 나타나지 않았다. Decursin과 decursinol angelate의 유효함량 변화는 *Bacillus* EMD17, 9-3에서 큰 것으로 나타났다. Decursin 과 decursinol angelate의 함량 변화는 *Bacillus* HCD2, #8, 191균주에서 거의 나타나지 않았다.

3. 참당귀의 추출물에 *Lactobacillus* KCTC 3320, WCP02, S65, P1201 4종류를 이용하여 발효한지 8일 후에 유효성분 변화를 알아본 결과 균의 종류와 상관없이 nodakenin과 decursinol의 함량 변화는 거의 나타나지 않았다. 그러나 *Lactobacillus* S65, P1201로 발효를 한 경우에는 decursin과 decursinol angerate의 함량에서 변화가 나타났다.

V. 참고문헌

- 김정률, 2012, UPLC-DAD를 이용한 참당귀의 정량과 패턴분석, 서울대학교 대학원, 박사학위논문
- 염유정, 2021, 특이환경 유래 *Bacillus* sp.를 활용한 금화규(*Abelmoschus manihot* L.) 발효 산물의 항산화 및 항염증 효과 연구, 신라대학교 석사학위논문.
- Baik, M., J. H. Kim, D. W. Lee, J. S. Hwang and E. Moon. 2017. Anti-aging cosmetic application of novel multi-herbal extract composed of *Nelumbo nucifera* leaves, *Saururus chinensis* and *Orostachys japonica*. J. Soc. Cosmet. Sci. Korea 43(2) : p.93~102.
- Cha, J. Y., Kim, H. W., Heo, J. S., Ahn, H.Y., Eom, K. E., Heo, S. J. and Cho, Y. S., 2010, Ingredients Analysis and Biological Activity of Fermented *Angelica gigas* Nakai by Mold. J. of Life Sci. vol. 20(9) : p.1385~1393.
- Cho, S. H., Choi, Y. J., Rho, C. W., Choi, C. Y., Kim, D. S., and Cho, S. H., 2008. Reactive oxygen species and cytotoxicity of bamboo (*Phyllostachys pubescens*) sap. Kor. J. Food Preserv. 15 : p.105~110.
- Heo, J. S., Cha, J. Y., Kim, H. W., Ahn, H. Y., Eom, K. E., Heo, S. J., Cho, Y. S., 2010, Bioactive materials and biological activity in the extracts of leaf, stem mixture and root from *Angelica gigas* Nakai. J. Life Sci.,20 : p.750~759.
- Jung, S. W., N. K. Lee, S. J. Kim, and D. S. Han. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. Korean J. Food Sci. Technol. 27 : p.891-896.
- Kang, S. A., Jang, K. H., Lee, J. E., Ahn, D. K. and Park, S. K. 2003. Differences of hematopoietic effects of *Angelica gigas*, *A. sinensis* and *A. acutiloba* extract on cyclophosphamide-induced anemic rats. Kor. J. Food Sci. Technol. 35 : p.1204~1208.
- Kim, C. H., Kwon, M. C., Han, H. G., Na, C. S., Kwak, H. G., Choi, G. P., Park, U. Y. and Lee, H. Y., 2008. Skin-whitening and UV-protective effects of *Angelica gigas* Nakai extracts on ultra high pressure extraction process. Korean J. Medicinal Crop Sci. 16(4) : p.255~260.
- Kim, E. Y., Baik, I. H., Kim, J. H., Kim, S. R., and Rhyu, M. R., 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. Korean J. Food Sci. Technol. 36 : p.333~338.
- Kim, K. M., Jung, J. Y., Hwang, S. W., Kim, M. J., Kang, J. S., 2009, Isolation and purification of decursin and decusinol angelate in *Angelica gigas* Nakai. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 38 : p.653~656,
- Kim, N. S., Jung, D. H., Jung, C. R., Kim, H. J., Jeon, K. S. and Park, H. W., 2019, Comparison of Growth and Contents of Active Ingredients of *Angelica gigas*

- Nakai under Different Cultivation Areas. Korean J. Plant Res. 32(5) : p.448~456.
13. Kim, S. Y., C. R. Kim, H. M. Kim, M. Kong, J. H. Lee, H. J. Lee, M. S. Lim, N. R. Jo and S. N. Park. 2010b. Antioxidant activity and whitening effect of *Cedrela sinensis* A. Juss shoots extracts. J. Soc. Cosmet. Sci. Korea 36(3) : p.175~182.
 14. Lee, H. J. and S. N. Park. 2011. Antioxidative effect and active component analysis of *Quercus salicina* Blume extracts. J. Soc. Cosmet. Sci. Korea 37(2) : p.143~152.
 15. Lee, S. H., Kang, S. S., Shin, K. H., 2002, Coumarins and a pyrimidine from *Angelica gigas* roots. Nat. Prod. Sci., 8 : p.58~61.
 16. Lee, S. M. 2019. Antimelanogenic effect of isomaltol glycoside from red ginseng extract. J. Soc. Cosmet. Sci. Korea 45(3) : p.255~263.
 17. Oh, S. J. and Mo, J. H., 2011. A comparative study on bioactivity of dried and fermented *Salicornia herbacea* extracts as cosmetics materials. Kor. J. Aesthet. Cosmetol. 9 : p.305~312.
 18. Park, J. H. and Kim, J. D., 2012. Study on awareness and purchase behavior of fermented cosmetics. J. Kor. Soc. Cosmet. Cosmetol. 2 : p.183~195.
 19. Park, M. J., Kang, S. J., Kim, A. J., 2009, Hypoglycemic effect of *Angelica gigas* Nakai extract in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean J. Food Nutr. 22 : p.246~251.
 20. Seo, S. H., Park, S. E., Kim, E. J., Oh, D. G., and Son, H. S., 2017, Characterization of Fermented Mulberry Leaf Using *Bacillus subtilis*. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 46(1) : p.108~114.
 21. Sim S. Y., Park W. S., Shin H. S., Ok M., Cho Y. S., and Ahn H. Y., 2019, Physicochemical properties and biological activities of *Angelica gigas* fermented by *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Life Sci. vol. 29(10) : p.1136~1143.
 22. Um, J. N., Min, J. W., Joo, K. S. and Kang, H. C. 2017. Antioxidant, anti-wrinkle activity and whitening effect of fermented mixture extracts of *Angelica gigas*, *Paeonia lactiflora*, *Rehmannia chinensis* and *Cnidium officinale*. Kor. J. Med. Crop. Sci. 25 : p.152~159.

논문접수일 : 2021년 11월 4일
논문수정일 : 2021년 12월 1일
게재확정일 : 2021년 12월 8일