

대사유도물질 처리에 의한 발아녹두의 아이소플라본 생합성 양상

이지현* · 정일민* · 박세준** · 김옥한** · 김소연* · 김진애* · 정우석*†

*건국대학교, **작물과학원

Manipulating Isoflavone Levels in Mungbean Sprouts by Chemical Treatment

Ji-Hyun Lee*, Il-Min Chung*, Sei-Joon Park**, Wook Han Kim**, So-Yeon Kim*, Jin-Ae Kim*, and Woosuk Jung*†

*Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

**National Crop Science Institute, Suwon 441-857, Korea

ABSTRACT : We have studied physiological responses of mung bean sprout to the treatment of elicitors. Chemicals such as salicylic acid and methyl jasmonic acid are not only the intermediates found in plant defense system but also could affect plant secondary metabolism. We found that mild treatment of salicylic acid and acetyl salicylic acid (aspirin) increase isoflavone production dramatically in mung bean sprout which has very low level of isoflavones compared with soybean sprout. The isoflavone content in salicylic acid treated- and acetyl salicylic acid treated-mung bean sprout was about 2.3 and 2.2 times higher than that of control, respectively. However, the increasing patterns of isoflavone in cotyledon and hypocotyl and root were not identical. The major increase among isoflavone fractions in cotyledon was led by the increase in malonylglycitin and malonyldaidzin level. Whereas, the increase in hypocotyl and root was led by malonyldaidzin. Methyl jasmonic acid did not show statistically significant increase in mung bean sprout. With this result, we were able to propose the non-transgenic method, which can control the isoflavone production in germinating mung bean.

Keywords: isoflavones, salicylic acid, methyl jasmonic acid, acetyl salicylic acid, secondary metabolism, *Phaseolus radiatus*

식물의 외부 자극에 대한 저항기작은 병원체 감염에 의해 대사과정이 유도되는 전신획득 저항성(systemic acquired resistance; SAR)과 rhizobacteria가 매개하는 전신유도 저항성(induced systemic resistance; ISR)이 있다 SAR에서는 salicylic acid(SA)의 증가가 특징적으로 나타나고 pathogenesis related(PR) protein 유전자가 활성화된다. SAR 대사에서 SA는 신호전달을 위해 반드시 필요한 매개체이다. Rhizobacteria

가 매개하는 ISR은 PR 유전자의 활성화는 독립적으로 작용한다 이러한 ISR에는 jasmonic acid(JA)와 ethylene이 관여하는 것으로 알려져 있다(Pieterse *et al.*, 1998; Franco, 2003; Xinmian, 2001).

SA와 JA의 유도체인 methyl jasmonic acid (MeJA)는 식물체내에서 항균성 방어물질로 널리 사용되고 있는 phenylpropanoid 물질들의 합성에 관여하며 SA와 MeJA를 식물체에 처리하였을 경우 phytoalexin, phytoanticipin, phenolics, lignin의 생합성과관련된 유전자의 전사가 증가하거나 감소하는 양상이 보고된바 있다(Schenk *et al.*, 2000). Schenk 등(2000)의 연구 결과에 따르면 SA를 식물체에 처리하였을 경우 flavonol synthase와 chalcone synthase 유전자의 전사는 증가하였고 isoflavone reductase 유전자의 전사는 감소하였다. 반면, MeJA의 경우에는 flavonol synthase와 chalcone synthase 유전자의 전사는 감소하였고 isoflavone reductase 유전자의 전사는 증가하였다 이러한 결과는 phenylpropanoid 대사에서 SA는 phytoalexin과 phytoanticipin으로 작용하는 isoflavone과 flavonoid의 합성을 촉진하고 MeJA는 병원체 침입에 대한 물리적인 방어물질로 작용하는 lignin의 합성을 증가시킨다는 해석의 도출을 가능하게 하였다.

Isoflavone은 식물체 내에서 phytoalexin으로 작물의 내병성 증진에 기여하고, 식물체와 공생하며 뿌리혹에서 질소고정작용을 하는 rhizobial bacteria를 화학적으로 유인하는 물질이다. Isoflavone은 사람이 섭취하였을 때 인체 내에서 estrogen과 그 역할이 비슷하여 phytoestrogen 이라고도 한다(Oh *et al.*, 2003, Kwon, 1999; Dixon & Paiva, 1995). Isoflavone은 유방암과 전립선암은 물론 폐암, 위암, 신장암, 혈액암등에 대한 예방 기능을 가지고 있다고 알려졌는데 암세포 증식에 관여하는 효소인 tyrosin kinase와 DNA topoisomerase의 작용을 저해하여 angiogenesis 억제 등 여러 기능으로 발암을 억제하고 폐경기 여성에 대한 에스트로젠 호르몬 요법의 대체 물질로 이용될 수 있다는 보고가 잇따르면서 매우 각광을 받

†Corresponding author (Phone) +82-2-450-3729 (E-mail) jungw@konkuk.ac.kr <Received October 27, 2004>

고 있다(Kim *et al.*, 2004; Messina *et al.*, 1994, Sohn *et al.*, 2000) 그러나 두과작물의 isoflavone 연구는 콩을 중심으로 이루어져 왔으며 녹두의 isoflavone의 연구는 매우 미미한 실정이다

녹두를 이용한 숙주나물은 콩나물과 함께 두채류로서 가장 흔한 청정채소이며 우리나라를 비롯하여 중국, 일본을 비롯한 아시아 각국과 미국, 유럽 등에서 신선식품으로 각광을 받고 있다(Shin *et al.*, 1990) 숙주나물은 콩나물과는 달리 생식 또는 부분 조리하는 경우 콩나물 내의 lipoxygenase가 linoleic acid 등 콩 지방을 분해할 때 발생하는 휘발성 물질에 의한 콩 특유의 비릿내가 적고, 콩나물에 비해 상대적으로 단위 무게 당 수분의 함량이 많으며, 섬유질의 함량이 적어 식미성이 우수하여 중국, 일본 등 아시아권 국가 그리고 미국과 유럽을 비롯한 서구에서는 콩나물보다 더 많이 소비되고 있는 두채류이다(Kim & Lee, 1987; Jun *et al.*, 1983, Lee *et al.*, 1986).

녹두의 지방함량은 1% 미만으로 이 중 palmitic acid가 약 37%, linoleic acid가 약 35%, linolenic acid가 약 15%로 전체 지방산 대 불포화지방산의 비율은 약 60%라고 보고되었다(Kim *et al.*, 1981) 또한 아미노산중 leucine, lysine, valine은 풍부하나 동물성 재료에 주로 많이 들어 있는 methionine, tryptophan, cysteine은 적게 들어 있다 숙주나물로 사용할 경우 콩나물보다 씹는 맛이 부드럽고, 칼로리가 낮으며, 단백질, 지질, 무기성분 및 비타민 함량이 증가한다고 보고되었다(Yoo *et al.*, 2004; Choi & Kim, 1985) 이외에도 녹두는 아밀라아제, 인버타아제, 우레아제 등 여러 가지 소화효소가 들어 있어 소화를 촉진하며, 혈압강하작용, 소염작용, 해열작용, 조혈작용이 있는 것으로 알려져 있다 (Jeong *et al.*, 1998).

본 실험에서 salicylic acid와 acetyl salicylic acid를 발아가 된 녹두에 극소량 처리하면 isoflavone의 함량이 증가됨이 관찰되었다. 본 실험을 통하여 약 2.3배가량의 높은 isoflavone을 함유하는 발아녹두를 제공할 수 있는 기술을 제시하였으며, 유전자조작과 같은 방법을 거치지 않고 간단한 재배적 방법을 통하여 isoflavone의 생산을 증가시킬 수 있는 가능성을 확인하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 녹두는 '장안' 품종으로 수원 농촌진흥청 작물과학원에서 '03년에 생산된 종자를 분양받아 사용하였다.

종자소독 및 발아조건

녹두를 각각 100개씩 삼각 플라스크에 넣은 후 95% 에탄올을 녹두 종자가 충분히 잠길 정도 넣고 1분간 침지한 후 따라버리고 멸균수로 3번씩 매회 20초간 세척하였다. 그 다음

차아염소산나트륨 용액(유효염소 함유량 4%)을 녹두종자가 잠길 정도 넣고 5분간 회전교반을 이용하여 소독한 다음 무균작업대내에서 차아염소산나트륨 용액을 따라버리고 멸균수로 3회, 매회 20초간 세척하였다 이때 3번째 세척 시에는 멸균수를 최대한 제거하였다 표면 멸균 처리된 녹두는 1% BactoR agar 배지위에 치상 후 광을 차단한 암상태의 25 °C 배양기에서 5일간 발아시켰다 발아된 녹두의 떡잎은 녹색 겹잎이 벗겨지고 노란색을 띄며, 쌍떡잎이 발생한 상태로 종자 크기인 가로 0.3 cm, 세로 0.2 cm정도로서 발아전과 큰 차이가 없었으며, 녹두 자엽하부(hypocotyl and root)의 길이는 평균 6 cm로 무색이었다

2차대사 유도화합물 제조

세 가지 스트레스 관련 화합물 salicylic acid, methyl jasmonic acid, acetyl salicylic acid(aspirin)의 화학구조식은 Fig. 1에 나타나있으며 희석액의 농도 및 조제는 Table 1과 같다.

2차대사 유도 및 시료 채취

발아 후 5일된 녹두의 자엽과 자엽하부(하배축+뿌리) 전체를 준비된 세 가지 스트레스 관련 화합물의 희석액에 완전히 잠기도록 약 10초간 침지 한 다음 새로운 배지에 옮겨 발아 조건과 동일한 조건에서 16시간동안 2차대사를 유도하였다 처리 간 3반복을 두었으며 처리 후 실험용 메스를 이용해 자엽과 자엽하부를 분리하여 각각 액화질소에 침지하여 급속 냉각한 후 -80 °C에서 보관하여 분석시료로 사용하였다.

분석시료의 조제 및 isoflavone 추출

급속 냉동시킨 시료를 2일간 냉동건조 시킨 다음 막자사발로 갈아 추출하였다. 추출용매는 0.1%의 acetic acid가 첨가된 80% 메탄올용액을 사용하였다. 추출하는 동안 시료는 용매 내

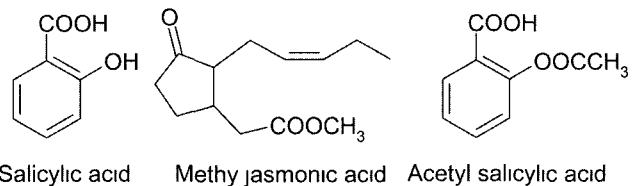


Fig. 1. Chemical structures of three chemicals used for enhancing the level of isoflavone.

Table 1. Dilution conditions of three chemicals used for enhancing the level of isoflavone.

	Final concentration	Solvent
Salicylic acid	10 mM	3% ethyl alcohol
Methyl jasmonic acid	0.5% (v/v)	50% ethyl alcohol
Acetyl salicylic acid	12 mM	3% ethyl alcohol

에서 완전히 진탕되도록 하여 25 °C에서 16시간 동안 추출하였으며 진탕 후 2회 원심 분리하여 상정액을 분석하였다. 추출이 완료된 시료는 분석직전까지 -80 °C에 보관하였다.

HPLC를 이용한 isoflavone 정량분석 및 정성분석

HPLC 분리조건은 C₁₈ reversed phase column(고정상; YMC AM303, 4.6×250mm)을 사용하였으며 이동상은 0.1%의 acetic acid를 함유한 H₂O와 0.1%의 acetic acid를 함유한 acetonitrile를 사용한 기울기 용리(gradient elution)를 사용하였다. 기울기 용리의 조건은 아래 Table 2에 나타난 바와 같다.

Table 2. The condition of a linear gradient solvent system in HPLC.

Time (min)	Mobile phase A (H ₂ O)	Mobile phase B (Acetonitrile)
0	85	15
50	65	35
60	65	35

분석 시 HPLC(Shimadzu SPD-M10A vp.)에 주입된 추출 용액의 양은 20 µl였으며 유속은 1.0 ml/min이었고 검출파장은 254 nm이었다. 검량선 작성은 isoflavone의 daidzin의 11개의 표준시료(Sigma USA, Indofine Chemical USA)로 작성하였으며 각 시료 당 분석은 3반복으로 하였으며 각 분리물질의 피크전체 넓이를 표준시료로 작성한 결과와 비교하여 정량분석 하였다. 시료 분석 시 검출된 각 피크는 diode array detector를 이용한 피크스펙트럼과 시료에 12개의 표준시료를 소량 첨가한 후 동일한 검출조건에서 분석한 결과를 시료 분석 시 검출된 피크들의 검출시점과 비교하여 정성하였다.

결과 및 고찰

세 가지 스트레스 관련 화합물 salicylic acid, methyl jasmonic acid, acetyl salicylic acid를 발아 녹두의 자엽에 처리한 다음 전체 isoflavone의 정량분석 결과는 Fig 2와 같다. 각 처리 당 3반복을 두었으며 각 시료 당 3반복의 분석을 통해 얻은 전체 isoflavone 평균치는 각각 무처리시 832.5 µg/g, 10 mM salicylic acid 처리시 1407.0 µg/g, 0.5% methyl jasmonic acid 처리시 393.7 µg/g, 12mM acetyl salicylic acid 처리시 1372.2 µg/g이었다.

자엽부위의 isoflavone 총량은 무처리구와 비교하여 10mM salicylic acid를 처리한 경우에는 169%, 12mM acetyl salicylic acid로 처리한 경우에는 165% 증가하였고, 0.5% methyl jasmonic acid를 처리한 경우는 무처리구와 비교하여 47% 수준으로 감소하였다.

이들 세 가지 스트레스 관련 화합물을 처리한 발아 녹두의 자엽하부의 전체 isoflavone 정량분석 결과는 Fig. 3에 나타나

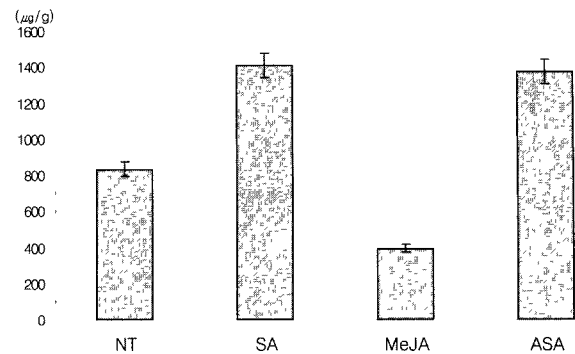


Fig. 2. Comparison of total isoflavones in cotyledons of mung bean sprouts with 4 treatments (NT, nontreatment, SA, 10mM salicylic acid, MeJA; 0.5% methyl jasmonic acid in 50% ethanol, ASA; 12 mM acetyl salicylic acid). Vertical bars represent standard error.

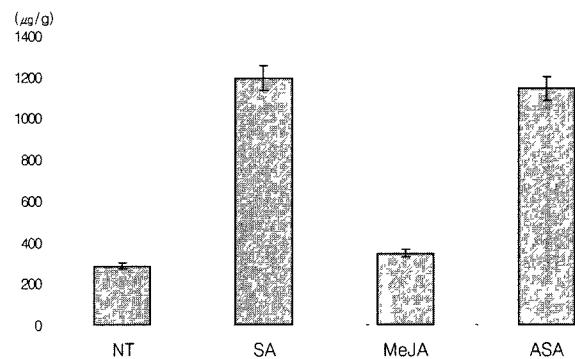


Fig. 3. Comparison of total isoflavones in hypocotyls and roots of mung bean sprouts with 4 treatments (NT; nontreatment, SA, 10 mM salicylic acid, MeJA; 0.5% methyl jasmonic acid in 50% ethanol, ASA; 12mM acetyl salicylic acid). Vertical bars represent to standard error.

있다. 자엽부위의 분석과 같이 처리 당 3반복을 두었으며 각 시료 당 3반복의 분석을 통해 얻은 전체 isoflavone 평균치는 각각 무처리시 284.8 µg/g, 10mM salicylic acid 처리시 1194.0 µg/g, 0.5% methyl jasmonic acid 처리시 345.1 µg/g, 12 mM acetyl salicylic acid 처리시 1142.2 µg/g이었다.

발아 녹두의 자엽하부에서는 10 mM salicylic acid를 처리한 경우에는 419%, 12 mM acetyl salicylic acid를 처리한 경우에는 401% 증가하였고, 0.5% methyl jasmonic acid를 처리한 경우에는 121% 증가하였다.

Methyl jasmonic acid 처리구의 경우 무처리구와 비교할 때 isoflavone 총량이 자엽에서는 감소한 반면 자엽하부에서는 큰 차이를 보이지 않았다. Acetyl salicylic acid 처리구의 경우 자엽과 자엽하부에서의 증가율이 큰 차이를 보였다. 이러한 결과로 isoflavone의 생성기작은 자엽과 자엽하부에서 서로 다른 과정을 통하여 조절된다고 보이며, 이는 Chugen 등(1995)의 보고와 유사한 결과이다.

위 Fig. 2와 Fig 3에 사용된 isoflavone양의 합을 각 처리별 isoflavone 생합성 총량으로 보면 각 처리별 평균은 무처리구 1117.3 µg/g, 10 mM salicylic acid 처리구 2601.0 µg/g, 0.5% methyl jasmonic acid 처리구 738.8 µg/g, 12 mM acetyl salicylic acid 처리구 2514.4 µg/g이었다. 무처리구와 비교한 각 처리별 isoflavone생산 총량의 비율은 10 mM salicylic acid 처리구의 경우 233%, 12 mM acetyl salicylic acid 처리구의 경우 225%, MeJA 처리구의 경우 66%의 증가를 보여 전체적으로 salicylic acid 가 가장 우수한 효과를 보였다.

발아 녹두의 자엽부위 isoflavone의 총량을 구성하는 aglycone으로서 3개 genistein, daidzein, glycitein 외에 배당체의 구성을 무처리구와 각 처리구별로 비교하여 보면 아래 Fig. 4와 같다. 각 처리에서 aglycone인 daidzein, glycitein, genistein의 함량은 소량이었다. 자엽부위의 경우 무처리구와 비교하여 isoflavone 총량이 증가를 보였던 10mM salicylic acid(SA) 처리구와 12 mM acetyl salicylic acid(ASA) 처리구에서는 genistin보다는 malonyldaidzine, malonylglycitin이 증가한 것으로 나타났다. 무처리구와 비교하여 자엽부위 isoflavone 총량이 감소를 보였던 0.5% methyl jasmonic acid 처리구의 경우 glycitein, daidzein 에서의 약간의 증가를 제외한 모든 배당체에서 감소를 보였다.

발아 녹두의 자엽하부 isoflavone의 총량을 구성하는 aglycone으로서 3개 genistein, daidzein, glycitein의 외에 배당체의 구성을 무처리구와 각 처리구별로 비교하여 보면 Fig 5와 같다. 세 가지 처리구 모두에서 무처리구와 비교하여 isoflavone 총량이 증가를 보였던 자엽하부에서는 10 mM salicylic acid 처리구와 12 mM acetyl salicylic acid(ASA) 처리구에서는 특히 malonylglycitin의 증가가 두드러지게 나타났

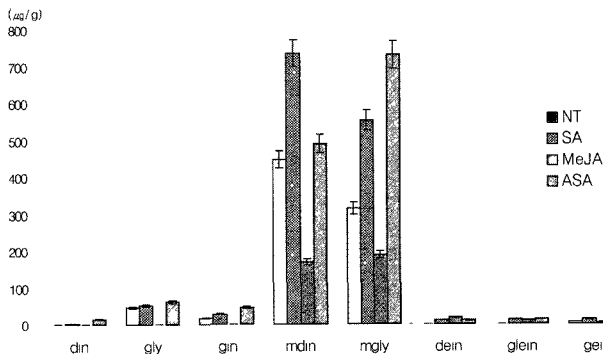


Fig. 4. Comparison of 12 individual isoflavone fractions in cotyledons of mung bean sprouts, which treated with salicylic acid (SA), methyl jasmonic acid (MeJA) and acetyl salicylic acid (ASA) Abbreviation. NT; control, din, daidzine, mdin, malonyldaidzine, acdin; acetyldaidzin, dein; daidzein, gly; glycitin, mgly; malonylglycitin, acgly; acetylglycitin, glein; glycitein, gin; genistin, mgin; malonylgenistin, acgin; acetylgenistin, gein; genistein

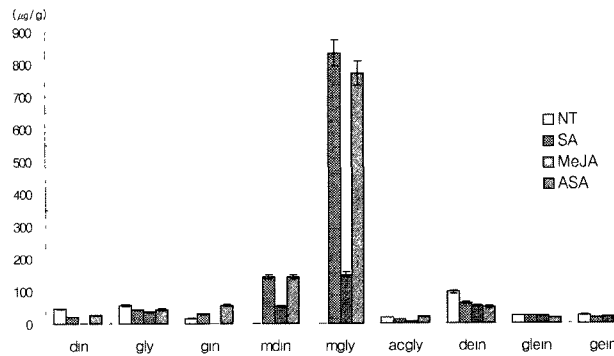


Fig. 5. Comparison of 12 individual isoflavone fractions in hypocotyls and roots of mung bean sprouts, which treated with salicylic acid (SA), methyl jasmonic acid (MeJA) and acetyl salicylic acid (ASA). Abbreviation: NT; control, din; daidzine, mdin; malonyldaidzine, acdin, acetyldaidzin, dein; daidzein, gly, glycitin, mgly; malonylglycitin, acgly; acetylglycitin, glein; glycitein, gin; genistin, mgin; malonylgenistin, acgin; acetylgenistin, gein; genistein

고 0.5% methyl jasmonic acid 처리구에서는 malonyldaidzine 과 malonylglycitin의 생성이 증가되었다

이는 phenylpropanoid 대사과정에서 salicylic acid와 acetyl salicylic acid의 처리로 인해서 isoflavone의 생합성이 유도되었으며 naringenin, genistein 방향으로의 대사 보다는 liquiritigenin, daidzein, glycitein 방향으로의 대사가 활발하였다고 보여 진다 이러한 결과는 SA와 ASA에 의해서 chalcone reductase의 활성이 증가하여 naringenin보다는 liquiritigenin이 더 많이 만들어졌기 때문이라고 생각되며 chalcone isomerase는 SA나 ASA의 처리에 의해 크게 영향을 받지 않았던 것으로 생각된다. Methyl jasmonic acid 처리의 경우 phenylpropanoid 대사과정 중 isoflavone의 생합성은 오히려 저해된 것으로 보여 진다. 이러한 결과는 위에서 언급한 바와 같이 MeJA 처리의 경우에는 flavonol synthase와 chalcone synthase 유전자의 전사는 감소하였고 isoflavone reductase 유전자의 전사는 증가하였다는 Schenk 등(2000)의 결과와 유사한 결과이다.

적 요

발아 녹두에 세 가지 스트레스 관련 화합물 salicylic acid, methyl jasmonic acid, acetyl salicylic acid를 처리하여 isoflavone의 생합성양상을 관찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1 숙주나물의 자엽에서는 isoflavone 총량이 건조중 1 g당 832.5 µg인 무처리구와 비교하여 10 mM salicylic acid를 처리한 경우 169%, 12 mM acetyl salicylic acid로 처리한 경우 165%의 isoflavone 총량이 증가한 반면 0.5% methyl jasmonic acid를 처리한 경우는 오히려 무처리구보다 47% 수준으로 감소하였다

2. 숙주나물의 자엽하부(hypocotyl and root)의 isoflavone 생성량에서는 1 g당 284.8 µg이 생성된 무처리구와 비교하여 세 가지 처리 모두에서 유의성이 있는 차이를 보였다. 10 mM salicylic acid 처리구의 경우 419%, 12 mM acetyl salicylic acid 처리구의 경우 401%의 isoflavone 총량의 증가를 보였고, 0.5% methyl jasmonic acid 처리구의 경우에는 121% 증가하였다.

3. 숙주나물의 자엽부위와 자엽하부에서 검출된 isoflavone의 합을 각 처리별 isoflavone 생산총량으로 하여 무처리구의 건조중 1 g당 1117.3 µg을 기준으로 비교하여보면 건조중 1 g당 10 mM salicylic acid 처리구에서는 2601.02 µg으로 233% 증가하였고, 12 mM acetyl salicylic acid 2514.4 µg으로 225% 증가한 반면, 0.5% methyl jasmonic acid 처리구에서는 738.8 µg으로 66% 수준으로 감소하였다.

4. 숙주나물 자엽부위의 경우 무처리구와 비교하여 증가를 보였던 10 mM salicylic acid 처리구와 12 mM acetyl salicylic acid 처리구에서는 malonyldaidzine과 malonylglycitin이 증가가 두드러지게 나타났다.

5. 숙주나물 자엽하부의 경우 무처리구와 비교하여 증가를 보였던 10 mM salicylic acid 처리구와 12 mM acetyl salicylic acid 처리구에서는 malonylglycitin의 증가가 두드러지게 나타났다

사 사

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린21사업의 지원에 의해 이루어진 것임

인용문헌

- Chigen, T., S. Shinji, I. Kazunori, K. Shigemitsu, K. Makie, A. Kazuyoshi, and K. Keisuke. 1995 Factors affecting isoflavone content in soybean seeds. Changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. *J. Agric. Food Chem.* 43(5): 1184-1192.
- Choi, K. S. and Z. U. Kim. 1985 Changes in liquid components during germination of mung bean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17(4): 271-275.
- Dixon, R. A. and N. L. Paiva. 1995 Stress induced phenylpropanoid metabolism. *Plant Cell* 7: 1085-1097.
- Dong, X. 2001 Genetic dissection of systemic acquired resistance. *Current Opinion in Plant Biology* 4: 309-314.
- Franco, Gozzo. 2003 Systemic acquired resistance in crop protection from nature to a chemical approach. *J. Agric. Food Chem.* 51: 4487-4503.
- Jeong, S. J., T. H. Kang, E. B. Ko, and Y. C. Kim. 1998 Flavonoids from the seeds of *Phaseolus radiatus*. *Korean J. Pharmacogn.* 29(4): 357-359.
- Jun, T. H., M. H. Nam, S. K. Lee, and W. C. Park. 1983 Changes in peroxidase activity and its isozymes of soybean, red-bean and mung-bean during germination. *J. Korean Agricultural Chemical Society* 26(3): 151-156.
- Kang, S. S., S. H. Shin, and K. S. Kwon. 1990 Studies on the components of the seeds of *Phaseolus radiatus*. *Yakhak Hoeji* 34(4): 282-285.
- Kim, E. M., K. J. Lee, and K. M. Chee. 2004. Comparison in isoflavone contents between soybean and soybean sprouts of soybean cultivars. *The Korean Nutrition Society* 37(1): 45-51.
- Kim, S. Y. and N. S. Lee. 1987 Purification and characterization of mung bean lipoxygenase. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 295-299.
- Kim, Y. S., Y. B. Han, Y. J. Yoo, and T. S. Jo. 1981 Studies on the composition of Korean mung bean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 13(2): 146-151.
- Kwon, H. J. 1999 Bioactive compounds of soybean and their activity in angiogenesis regulation. *Korean Soybean Digest* 16(1): 63-68.
- Lee, S. K., W. C. Park, and J. U. Hong. 1986 Isolation and characterization of two isoperoxidases from mung bean seedling. *J. Korean Agricultural Chemical Society* 29(3): 279-287.
- Messina, M. J., V. Persky, K. D. Setchell, and S. Barnes. 1994 Soy intake and cancer risk, A review of invitro and in data. *Nutrition and Cancer* 21(2): 113-131.
- Oh, H. S., J. H. Kim, and M. H. Lee. 2003 Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of red bean and mung bean. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 19(3): 263-270.
- Pieterse, C. M., S. C. van Wees, J. A. van Pelt, M. Knoester, R. Laan, H. Gerrits, P. J. Weisbeek, and L. C. van Loon. 1998 A novel signaling pathway controlling induced systemic resistance in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 10(9): 1571-1580.
- Schenk, P. M., K. Kazan, I. Wilson, J. P. Anderson, T. Richmond, S. C. Somerville, and J. M. Manners. 2000 Coordinated plant defense responses in *Arabidopsis* revealed by microarray analysis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 97(21): 11655-11660.
- Sohn, H. S., Y. S. Lee, H. C. Shin, and H. K. Chung. 2000 Does soybean isoflavone have adverse effects on human? *Korean Soybean Digest* 17(2): 9-19.
- Yoo, M. J., Y. S. Kim, and D. H. Shin. 2004 Comparative study on growth of spoilage microorganisms in mung bean and soybean sprout. *J. Food Hyg. Safety* 19(1): 25-30.