

황칠나무 잎의 면역활성증진기능 탐색

이서호*·이현수*·박영식**·황백***·김재현****·이현용†*

* 강원대학교 바이오산업공학부, ** 오지텍, *** 전남대학교 생물학과, **** 임업연구원

Screening of Immune Activation Activities in the Leaves of *Dendropanax morbifera* Lev.

Seo Ho Lee*, Hyun Soo Lee*, Young Sik Park**, Baik Hwang***,
Jae Hun Kim**** and Hyeon Yong Lee*†

* School of Biotech & Bioeng., Kangwon Nat'l Univ., Chunchon 200-701, Korea

** O. Z. Tech, Chunchon Bioventure Center., Chunchon 200-801, Korea

*** Dept of biology Chonnam Nat'l Univ., Kwangju 520-830, Korea

**** Korea Forestry Research Institute

ABSTRACT : The immune activation activities of ethanol, ethanol : water(1 : 1,v/v) and water extracts from *Dendropanax morbifera* Lev. were compared. The crude extracts showed relatively low cytotoxicity as less than 26% by using human normal liver cell(WRL-68). For example, the ethanol extract inhibited in MCF7 and Hep3B cells in adding 1.0 mg/mL ethanol extracts. The growth of human immune T and B cells was enhanced up to 1.22~1.27 times by adding the crude extracts. These are a trend of increasing secretion of cytokines(IL-6, TNF- α) from human B/T cell for 6 day cultivation. It was found that the immune activation activities of the crude extracts seemed to be higher than those obtained by using other solvents.

Key words : Immunological activities, *Dendropanax morbifera*, IL-6, TNF- α

서 언

황칠나무는 세계적으로도 귀한 난지성 수목으로 우리나라에는 1속 1종밖에 없으며 보길도의 산야에 특히 많이 자생하고 있으며 그 자원 고갈에 대한 대체 방안을 연구 중이다. 본 연구에서는 '황칠'이라는 우리나라의 남해안 일부 도서 지방에 자생하고 있는 황칠나무(*Dendropanax morbifera*)로 두릅 나무과에 속하는 난대성 상록 활엽수로 우리나라 온대남부와 난대지역인 제주도, 완도, 해남, 거제도 등 남·서 해안과 일부 도서지역에서만 국소적으로 분포하고 있는 우리나라 특산수종이

다(정병석등, 1995). 황칠은 아름다운 황금빛이 나며, 그 향은 안식향으로서 마음을 진정시키는 효과가 있는 것이 특징이다. 또 황칠나무는 잎에 광택이 있고 나아한 주형 때문에 관상수로의 이용도 많이 되고 있는 실정이다. 게다가 약용으로 이용하기 위한 연구가 수행되어지고 있는데 황칠나무 잎에는 수분이 70.2%, 지방이 2.7%, 회분은 잎에 1.7%, 종실에 0.9%가 함유된 것으로 분석되었고 단백질은 잎에 1.2%가 함유된 것으로 분석되었다. 총 비타민 C는 잎에 56.9mg%이 함유되어 있고, 수용성 탄닌함량도 잎에 746mg%이 있다는 것으로 분석되었다. 또 황칠나무에서 GC/MS를 이용 32종류의

† Corresponding author (Phone) : Hyeon Yong Lee, 033-250-6455, E-mail : hyeonl@kangwon.co.kr

Received March 25 2002 / May 31 2002

물질이 확인되었으나 그 중에서 2개의 환구조를 갖는 sesquiterpene에 속하는 β -selinene이 가장 많이 함유되어 있고 capnellane-8-one가 다음으로 많이 함유되어 있는 성분임을 확인 할 수 있었고 이외에 아직 밝혀지지 않은 많은 휘발성 성분을 다량 함유하고 있다고 한다(김형량, 정희중, 2000). 이런 점에서 생약은 서양 의학의 작용과는 달리 생체의 항상성(homeostasis)을 유지하는 특징을 가지고 있는데 이 항상성 유지에는 면역계나 순환계, 내분비계라고 하는 생체의 움직임과 밀접하게 관련되어 있는 생체 system이 관여하고 있다고 알려지고 있다(권진등, 2001). 이런 사실에 착안해서 본 연구에서 황칠나무의 약용식물로서의 새로운 가치 부여의 차원에서 자원의 고갈을 막기 위해서 수피나 뿌리가 아닌 잎을 이용한 새로운 가치 부여에 그 의의가 있으며, 잎의 구성 성분 중에 아직 밝혀지지 않은 특정 유용 성분을 가지고 면역 실험을 통한 과학적이고 현대적인 생리활성을 검색에 초점을 맞추어 관찰하고, 이를 통해서 잎에 포함되어 있는 유용 물질을 이용한 기능성 식품이나 면역 강화 식품으로의 가능성도 타진해 볼 것이다.

재료 및 방법

1. 실험 재료 및 추출방법

본 실험에 사용한 황칠나무(*Dendropanax moribifera* Lev.)의 잎은 2001년 4월말에 전남 완도군 보길도의 자생지에서 채취한 후 곧바로 실험실로 운반하여 물로 깨끗이 씻고 표면의 잔여수분이 제거될 정도로 상온에 방치하여 건조시킨 후 실험에 사용하였고 깨끗이 손질하여 추출 수율의 향상을 위해 잘게 분쇄한 후 수직 환류 냉각기가 부착된 추출 flask에 시료중량 100g에 대하여 각각 10배의 증류수와 ethanol, 증류수와 ethanol을 1:1의 비율로 혼합한 추출용매를 사용하여 12시간 동안 2회 반복 추출하였다. 얻어진 각각의 추출물들은 감압 여과장치로 여과하여 농축 후 동결건조 한 뒤에 각각의 수율을 계산하였다.

2. 면역 증진 탐색

가. 암세포의 성장저해 및 독성 실험

실험에 사용된 암 세포주는 인간 유래의 유방암세포(MCF7), 폐암세포(A549), 간암세포(Hep3B), 위암세포(AGS)를, 정상세포로는 인간 간세포(WRL-68)를 이용하였다. 세포배양에 사용된 기본배지는 A549와 AGS의 경우는 RPMI 1640(GIBCO, USA)을 MCF7, Hep3B는 DMEM(GIBCO, USA)이며 FBS(GIBCO, USA) 10%를 첨가하여 배양하였다. 실험에 사용한 세포의 초기농도는

4×10^4 cells/ml의 농도로 조절하여 96 well tissue culture microplate에 $100 \mu\text{l}/\text{well}$ 씩 접종하여 사용하였다. (Fisher *et al.*, 1964) 암세포의 생육저해와 정상세포의 세포독성은 sulforhodamine B (SRB) 방법 (Doll *et al.*, 1981)과 3-(4, 5-dimethyl thiazol-2-yl)-2, 5-diphenyl tetrazolium bromide(MTT)방법을 이용하였다 (Michael *et al.*, 1988). Selectivity의 측정에는 각 암세포주의 생육억제 활성을 측정 후 각 농도에서 세포 독성에 대한 암세포 생육 억제 활성의 비로 계산하였다 (Woo Teak Chung *et al.*, *et al.*, 2001).

나. 면역세포 생육 및 cytokines 분비 실험

면역 기능 증강 효과는 인간 면역 세포인 T cell (Jurkat)과 B cell(Raji)을 이용하여 검증하였다. 세포의 생육은 10% FBS를 함유하는 RPMI 1640 배지에서 5% CO₂, 37°C에서 배양하였으며, 면역 기능 증강 효과는 MTT assay와 24well plate에 세포를 2.0×10^4 cells/ml의 농도로 조절한 후 시료를 투여하여 7일 동안 배양시켜 매일매일 각 well의 cell을 hemacytometer로 세포 수를 측정하여 생육 증강도를 측정하는 두 가지 방법을 사용하였다. 또한 면역세포들이 배지 내에 분비하는 cytokine인 Interleukine-6(IL-6)과 Tumor Necrosis Factor- α (TNF- α)의 양은 ELISA kit(Genzyme, USA)를 이용하여 측정되어졌다. 우선 배양배지를 원심분리하여 상층액을 취한 다음 다양한 농도의 추출물들과 함께 37°C에서 30분간 배양 후 450nm에서 흡광도를 측정하여 표준물질을 이용해 표준곡선을 작성하고 이에 시료에서 얻어진 O.D값을 비교하여 cytokine의 양을 측정하였다(오오진, 1991).

다. Microphysiometer를 이용한 세포 활성 측정

세포의 대사활성도의 변화는 산성물질의 방출속도 변화의 결과를 반영하며, 이 신호를 silicon sensor는 전기 신호로 바꾸어 해석한다(Jun feng *et al.*, 1997; Tadahide *et al.*, 1999; Masanori *et al.*, 1997). Microphysiometer(Molecular Devices, USA)의 측정에는 MTT assay나 SRB assay를 측정 할 때 비교 값으로 필요로 된다. 따라서, Microphysiometer의 측정은 항암 활성의 일반적인 측정의 결과와 비교되었고, 세포에 대한 황칠 잎 추출성분의 시간별 활성도 변화를 측정했다. Pump cycle은 total cycle time이 2분으로 하여 최종 측정되는 시간(start slope measurement(1min 28sec) Stop slope measurement (1min 58sec))은 30초로 하였다. 그리고 측정된 수치의 표시는 약물투여 전에 running buffer만을 흘려보내면서 측정된 값이 일정하게 유지되어지는 임의의 선으로 baseline을 설정하고, 이것을 100%로 하여 이 baseline값에 대한 %로 표현되었다.

Adherent cell은 보통 실험 1일전, capsule에 옮겨 안정화시킨다. Plate속에 있는 capsule cup에 3×10^5 cells/ml의 농도로 세포를 투여하여 37°C, 5% CO₂의 incubator에서 24시간 안정화시킨 다음 측정할 때 spacer, insert를 차례로 넣은 후, plate 속에 들어있는 capsule cup만을 sensor chamber에 장착하여 측정한다. 이때 running buffer는 세포의 growth medium으로 하였으며, 본 실험에서는 인간 간암세포인 Hep3B를 이용했고, running buffer로 RPMI 1640배지를 사용하였다(Yun-Xiang *et al.*, 1998; Longchuan *et al.*, 1999).

결과 및 고찰

용매 별 추출 수율은 물의 경우 10.27%, 물과 에탄올(1:1, v/v) 7.32%, 에탄올 14.25% 이었고, Table 1.에 나타내었다. 황칠나무 잎의 암세포에 대한 성장저해 효과를 검토하였다. Fig. 1은 인간 정상 간세포인 WRL-68에 대한 각각의 추출물의 세포독성을 나타낸 것으로 전체적으로 각각의 추출물들에 대해서 농도별로 29% 이하의 저해율로 낮은 세포독성을 나타내었고, 0.2 mg/ml의 저농도에서 1.0 mg/ml의 고농도로 증가할수록 차츰 독성도 증가함을 나타내어 만약 암세포의 생육 억제 효과가 있다면 그 암세포의 대한 선택적 사멸도(selectivity)도 높을 것으로 생각된다. 그래서 Fig. 2는 여러 암세포 중 유방암 세포주(MCF-7)에 대한 억제활성을 나타낸 것으로 에탄올 추출물의 경우가 1.0 mg/ml의 농도에서 65%의 가장 높은 억제효과를 나타내었고, Fig. 3에서는 간암 세포주(Hep3B)에 대한 억제활성을 나타낸 것으로 에탄올 추출물의 경우가 1.0 mg/ml의 농도에서 68%의 가장 높은 억제효과를 나타내었으며 물 추출물과 에탄올:물(1:1v/v) 추출물은 54~57%를 나타내었다. 나머지 위암 세포주(AGS)와 폐암 세포주(A549)에 대한 실험은 Table 2에 비교하여 나타내었으며 이 결과에서도 에탄올 추출물이 1.0 mg/ml의 최고 농도에서 유방암 세포주(MCF7)는 65%, 간암 세포주(Hep3B)는 68%의 높은 억제율을 보여주고 있으며 0.4 mg/ml의 낮은 농도에서도 각각 30%이상의 억제율을 보여주었다. 전반적으로 서로 다른 추출물의 경우에서 에탄올 추출물이 나머지 추출물(ethanol:water(1:1, v/v), water extracts)들보다 억제활성이 더 좋은 것을 알 수가 있었다. 각 농도에서 세포 독성에 대한 암세포 생육 억제 활성의 비로 계산한다(Woo Teak Chung *et al.*, *et al.*, 2001). selectivity를 살펴본 결과 정상세포 측정 시 예상되었던 저농도에서 고농도로 증가할수록 selectivity도 증가하는 것을 알 수 있었고, 에탄올 추출물의 경우

가 1.0 mg/ml의 농도에서 유방암세포주인 MCF7과 간암세포주인 Hep3B의 모두에서 가장 높은 selectivity를 볼 수 있었다.

인간 면역체계에서 항체 생성의 중요한 역할을 하는 Human B세포와 T세포의 생육촉진 실험 결과는 Fig. 4, 5에 나타냈으며, 추출물들은 모두 낮은 농도에서부터 생육이 촉진되는 것으로 그 결과가 나타났으며 특히 에탄올 추출물이 0.8, 1.0 mg/ml의 농도에서 B세포와 T세포 모두 큰 상승 작용을 볼 수 있었으며 특히 1.0mg/ml의 경우 B세포와 T세포에서 각각 1.22배, 1.27배로 본 연구에서 가장 주목할 수 있는 결과이다. 그리고 위의 결과에 대한 보강 실험으로 Table 3 에서는 면역세포

Table 1. The extraction yield of *Dendropanax moribifera* Lev. by water, water : ethanol(1:1) and ethanol.

| Sample | Solvent | Yield(%) |
|------------------------------------|--------------------------|----------|
| <i>Dendropanax moribifera</i> Lev. | distilled water | 10.27 |
| | water : ethanol(1:1,v/v) | 7.32 |
| | ethanol | 14.25 |

Table 2. Comparison of inhibiting the growth of AGS and A549 in adding the crude extracts from the leaves of *Dendropanax moribifera* Lev.

| <i>Dendropanax moribifera</i> Lev. | Concentration (mg/mL) | Cell line | |
|------------------------------------|-----------------------|-----------|---------|
| | | AGS(%) | A549(%) |
| Water extract | 0.2 | 19.1 | 29.3 |
| | 0.4 | 32.2 | 27.5 |
| | 0.6 | 41.9 | 35.7 |
| | 0.8 | 45.3 | 44 |
| | 1.0 | 55.2 | 54.2 |
| Water : ethanol 1:1(v/v) extract | 0.2 | 30 | 26.3 |
| | 0.4 | 38 | 27.2 |
| | 0.6 | 47.2 | 38 |
| | 0.8 | 55.4 | 43.1 |
| | 1.0 | 61.4 | 52 |
| Ethanol extract | 0.2 | 26.2 | 27.3 |
| | 0.4 | 41.1 | 30.3 |
| | 0.6 | 47.8 | 38 |
| | 0.8 | 56.2 | 49.3 |
| | 1.0 | 61.9 | 53.4 |

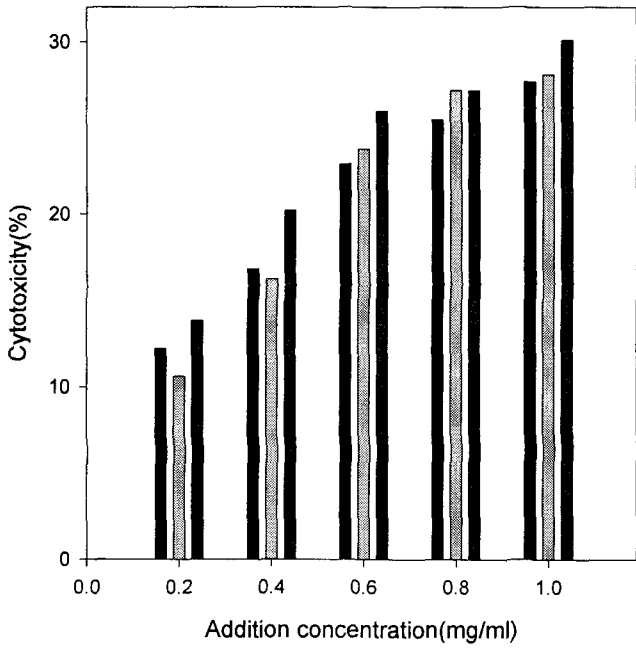


Fig. 1. Cytotoxicity of the crude extracts from the leaves of *Dendropanax morbifera* Lev. on normal human cell line, WRL-68.

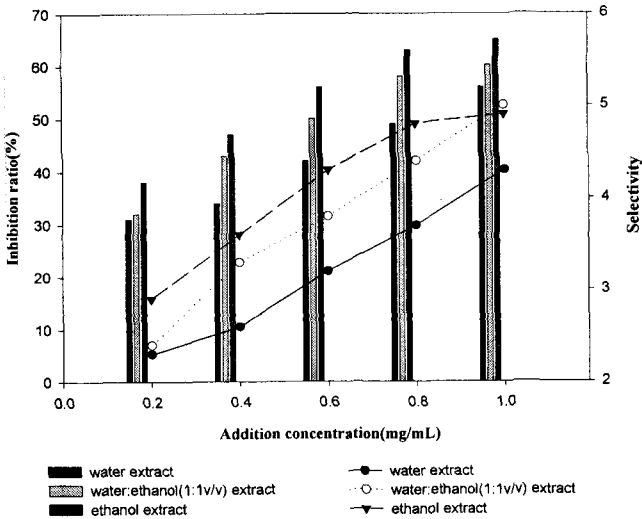


Fig. 2. Inhibition ratio of growth of MCF-7 (bar chart, %) and selectivity (scatter line) in adding the crude extracts from the leaves of *Dendropanax morbifera* lev.

들이 배지 내에 분비하는 cytokine인 IL-6과 TNF- α 의 양에서도 서로 다른 세 가지 추출물 또한 전반적으로 추출

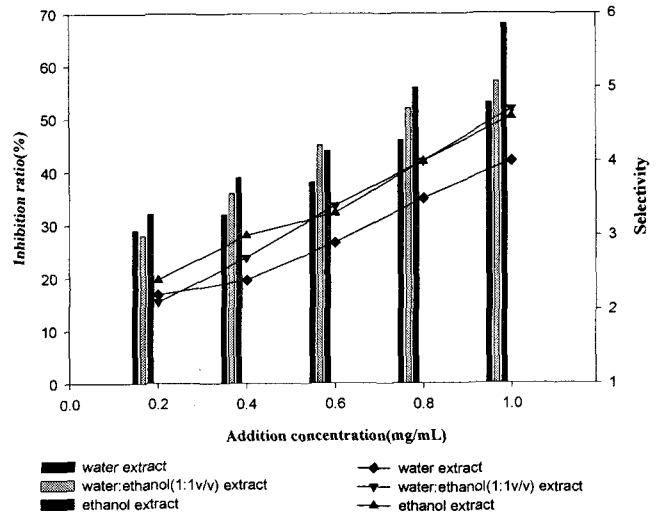


Fig. 3. Inhibition ratio of growth of Hep3B (bar chart, %) and selectivity (scatter line) in adding the crude extracts from the leaves of *Dendropanax morbifera* lev.

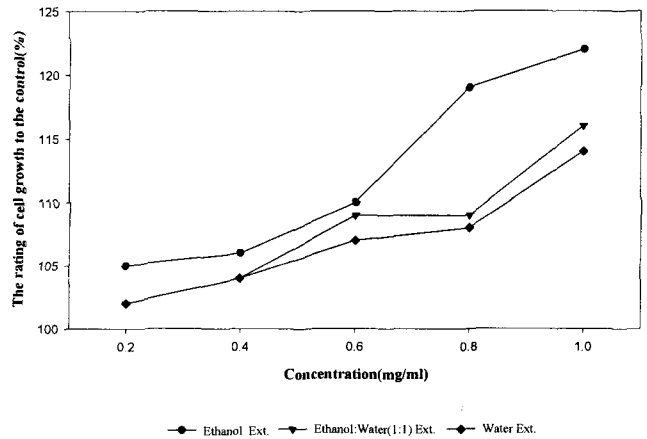


Fig. 4. The effect of the crude extracts from *Dendropanax morbifera* Lev. on enhancing the growth of human immune B cells.

물들이 1.0mg/ml의 농도에서 가시적인 면역증강 효과를 볼 수 있다고 기대가 되어지고 인간의 면역증진의 측면에서 효과적이라는 것을 알 수 있었고, Fig. 6에서는 가장 생육 활성도가 높았던 인간 T세포를 배양 시간별로 7일 동안 생 세포수를 측정함과 함께 배지내 분비하는 cytokine인 IL-6의 분비량의 상관관계를 나타냈었는데 4일째 결과에서 보듯이 생육 활성도가 가장 높게 증가되었고, 5일째 부터는 감소하기 시작하였는데 cytokine양은 계속해서 증가하였다. 이런 결과로 통해 cytokine의 분비량은 5일 이후에도 계속해서 증가한 이유는 생 세포수의

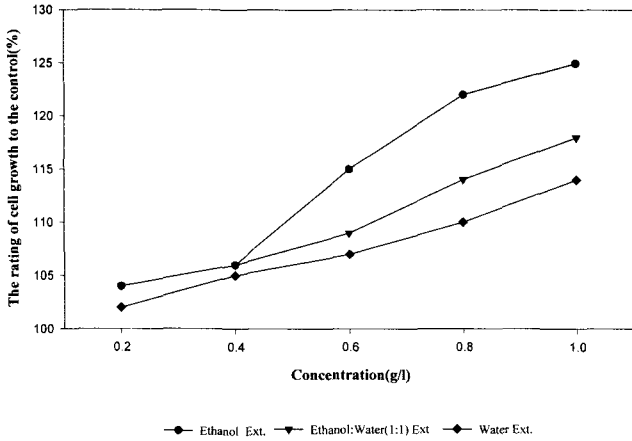


Fig. 5. The effect of the crude extracts from *Dendropanax morbifera* Lev. on enhancing the growth of human immune T cells.

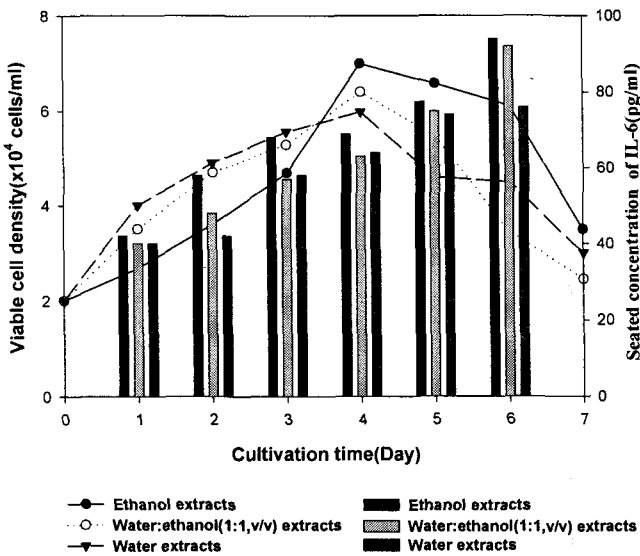


Fig. 6. The relationship between the growth of human immune T cell (scatter line, %) and the secretion of cytokines (bar chart) by adding 1.0(mg/l) of *Dendropanax morbifera* Lev. extracts.

감소로 증가한 것을 알 수 있었기 때문에 황칠의 면역증강 활성은 4일 까지 지속되는 것을 알 수 있었다.

Fig. 7는 Microphysiometer를 이용해서 간암 세포주 (Hep3B)에 대한 항암 활성 측정결과를 나타낸 것으로 0.6 mg/ml농도의 에탄올 추출물은 약 150분 후부터 세포의 대사활성도가 급격히 떨어져 4시간 후에는 시료를 투여하지 않은 대조구보다 약 60%가 떨어졌으며 기존 항암제로는 잘 알려진 Retinoic acid는 약 80%가 떨어졌으며 이 결과로 인해 에탄올 추출물과 retinoic acid의 효

Table 3. The secretion of cytokines from human T and B cells in adding the extracts from the leaves of *Dendropanax morbifera* Lev.

| <i>Dendropanax morbifera</i> Lev. | cultured time (day) | Cell lines | | | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | T cell(pg/ml) | | B cell(pg/ml) | |
| | | IL-6 | TNF- α | IL-6 | TNF- α |
| Water extract | 1 | 40 | 26 | 20 | 25.8 |
| | 2 | 42 | 30 | 22 | 30 |
| | 3 | 58 | 33.2 | 38 | 33.2 |
| | 4 | 64 | 38.2 | 44.1 | 38.2 |
| | 5 | 74 | 44 | 54 | 44 |
| | 6 | 76 | 63.2 | 56 | 53.8 |
| Water : ethanol 1:1(v/v) extract | 1 | 40.1 | 25 | 20 | 25 |
| | 2 | 48 | 31 | 28 | 31 |
| | 3 | 57 | 35.6 | 37 | 35.5 |
| | 4 | 63 | 41 | 43 | 41.8 |
| | 5 | 75 | 45 | 55 | 45.9 |
| | 6 | 92.2 | 66.6 | 72 | 56.6 |
| Ethanol extract | 1 | 42.5 | 24 | 22 | 24 |
| | 2 | 58 | 34.1 | 38 | 34 |
| | 3 | 68 | 35 | 48 | 35.9 |
| | 4 | 69.2 | 44 | 49 | 44.1 |
| | 5 | 77.3 | 58 | 57.2 | 58.6 |
| | 6 | 94 | 75 | 73.8 | 64.8 |
| Control (no addition) | | 30 | 35 | 34 | 21 |

과와 같은 항암 효과 양성반응과 천연물질로서의 중요한 가치가 있다는 것을 이 실험의 결과를 통해 알 수 있었다. Microphysiometer는 기존의 항암 활성을 측정하는 방법인 SRB, MTT법을 보다 더욱 민감하게 측정되어 진다고 보고되어지고 있다(Cooke & O'Kennedy, 1999). retinoic acid의 경우는 이는 Hep3B의 SRB 측정법에서 측정된 0.6mg/ml에서 나타난 결과를 반증해주는 결과라고 볼 수 있다. 특히 에탄올 추출물이 기존의 항암제인 retinoic acid만큼 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이는 Hep3B의 SRB 측정법에서 측정된 1.0mg/ml의 68%보다 더 낮은 농도에서도 억제활성이 높게 나타난 것으로 Microphysiometer를 이용한 측정법이 더욱 민감하게 측정이 가능하였다.

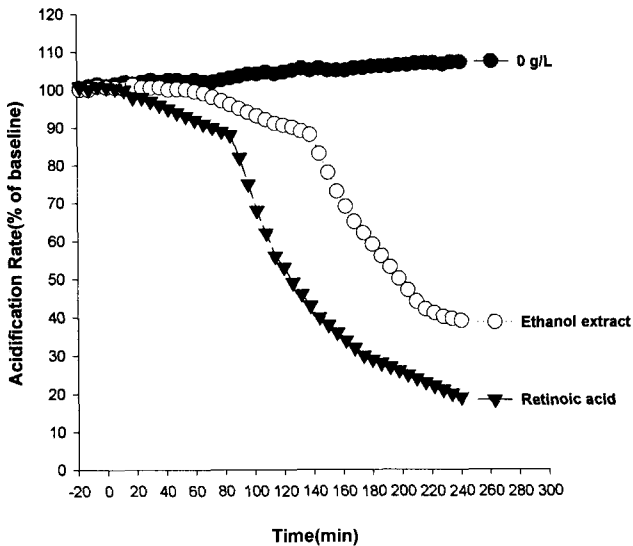


Fig. 7. Kinetics of responding to human Hepatocellular carcinoma(Hep3B) in adding to 0.6 mg/ml of the ethanol extracts and retinoic acid from the leaves of *Dendrofanax morbifera* Lev. using a microphysiometer for 4 hours.

이상과 같이 대부분의 활성실험에서 황칠나무 잎의 crude 추출물 중에 에탄올 추출물의 생리활성이 더 우수하다는 것을 알 수 있었다. 대조구인 retinoic acid와 에탄올 추출물의 생리 활성능 비교실험에서 황칠나무 잎의 여러 가지 성분에 retinoic acid와 비슷한 효과의 활성능을 발휘한다고 추측할 수 있었다. 그리고 면역 세포 실험 및 cytokines 측정 실험에서와 같이 황칠 나무 잎에서 단순히 항암 뿐만이 아닌 면역세포를 증강시키는 유용 성분이 있다는 것도 가지적으로 알 수 있었다. 특히 에탄올 추출물은 나머지 두 가지 추출물보다 더 우수하게 나타난 것은 추출 용매인 에탄올에 황칠나무 잎의 유용성분이 더욱 잘 추출된다고 볼 수가 있을 것이다. 따라서 생리 활성을 갖는 단일물질 및 구조에 대한 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다. 이 같은 연구를 토대로 식품 중에 첨가 또는 직접 식품으로 이용이 가능할 것이며, 이는 단일수종인 황칠나무를 특용작물로 개발을 할 수 있는 기초가 되어 침체된 농가의 소득원이 될 수 있고 자원고갈에 대한 대책이 될 수 있다.

요 약

황칠나무 잎의 추출물의 면역활성증진 실험에서, 인간 정상 간세포의 경우 모든 추출물이 1.0 mg/ml의 농도에서 최고 26%이하의 세포독성을 나타내었다. 서로 다른

4가지의 암세포주(MCF7, A549, Hep3B, AGS)에서 50%이상의 저해율을 나타냈고, 정상 세포의 결과와 암 세포의 저해율을 비로 나타낸 selectivity의 측정에서 모든 암세포주가 1.5이상의 사멸도를 나타내었고 전체적으로 에탄올 추출물의 효과가 가장 좋았다. 에탄올 추출물의 경우에서 인간 유방암 세포주(MCF7)와 인간 간암 세포주(Hep3B)의 경우에서 1.0mg/ml농도에서 각각 65%와 67%의 저해율을 기록했다. 면역세포 실험에서 에탄올 추출물이 1.0 mg/ml의 농도에서 B세포는 1.22배, T세포는 1.27배의 촉진 활성을 보였고, 6일 동안 측정된 cytokines(IL-6, TNF- α)의 양도 에탄올 추출물의 경우 T cell의 경우 IL-6은 94pg/ml, TNF- α 은 75pg/ml로 증가하는 것을 알 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 추출 열과 추출용매 등에 의해 황칠나무 잎에 존재하는 여러 가지 유용성분들이 풍부하게 존재하며, crude 추출물 중에 에탄올 추출물이 면역활성에서 좋은 효과를 보였다는 것을 알 수가 있었고, 이를 통해서 황칠나무 잎을 이용한 기능성 식품으로의 연구 개발이 통해서 충분히 그 가치가 있다는 것을 알 수 있었다.

사 사

본 연구는 농림부 농림기술지원센터(2000-0332)의 지원으로 수행된 것으로 이에 심심한 사의를 표합니다.

LITERATURE CITED

- Deirdre Cooke, Richard O'Kennedy (1999) Comparison of the Tetrazolium Salt Assay for Succinate Dehydrogenase with the Cytosensor Microphysiometer in the Assessment of Compound Toxicities, *Analytical Biochemistry* 274 : 188-194.
- Doll R, Peto R (1981) The causes of Cancer : Quantitative estimates of avoidable risks of Cancer in the United States today. *J. Natl. Cancer Inst* 66(6) : 1192.
- Fisher GA, Sartorelli AG (1964) Development Maintenance and Assay of Drug Resistance. *meth. in med. Res* 10 : 247-252.
- Jun feng, Yun-Xiang Ci, Chong-Ming Gao, Yin-Zhen Li (1997) Voltammetric behavior of living cells *T. shanghaiensis* and its bioanalytical application, *Bioelectrochemistry and Bioenergetics* 44 : 89-93.
- Michael CA, Domnic AS, Ahne M. (1988) Feasibility of drug screening with panels of human tumor cell lines using a microculture tetrazolium assay. *Cancer Res* 48 : 589-601.
- Masanori K, Hiroshi K (1997) Creation of an In Vivo Cytosensor Using Engineered Mesangial Cells, *J. Clin. Invest* 100(6) : 1394-1399.
- Tadahide F, Nobuyuki O, Mamoru N (1999) The Relation between Degranulation and Rapid Metabolic Responses in

황칠나무 잎의 면역활성증진기능 탐색

- RBL-2H3 Cells, *Biol. Pharm. Bull* 22(3) : 310-312.
- Chung WT, Lee SH, Cha MS, Sung NS, Hwang B, Lee HY (2001) Biological Activities in roots of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch, K Kor. J. Medicinal Crop Sci 9(1) : 45-54.
- 김형량, 정희종 (2000) 황칠나무 잎 및 종실의 화학적 특성 J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol 43 : 63-66.
- 권진, 이세진, 소준노, 오찬호 (2001) Effects of Schizandra chinensis fructus on the Immunoregulatory Action and Apoptosis of LI210 cells Korean J. Food technol 33 : 384-388.
- 정병석, 조종수, 표병식, 황백 (1995) Studies on the Distribution of Dendropanax morbifera and Component Analysis of the Golden lacquer Korean J. Biotechnol. Bioeng 10 : 393-400.
- 오오진 (1991) 쇠비름이 세포성 및 체액성 면역반응계에 미치는 영향, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문.