

느릅나무 근피의 화학조성분 및 항균성 물질(I) : 화학조성분 및 추출성분의 항균성*¹

김창순*² · 이증명*² · 최장옥*³ · 박성배*² · 엄태진*^{2†}

Chemical Analysis and Isolation of Antibacterial Compound from *Ulmus* species(I) : Chemical Analysis and Antibacterial Activity of Extractives*¹

Chang-Soon Kim*² · Jung-Myoung Lee*² · Chang-Ok Choi*³ ·
Soung-Bae Park*² · Tae-Jin Eom*²

요 약

느릅나무 근피와 점액질의 화학 조성을 분석하였고, 근피의 MeOH추출물을 각종 유기용제 및 수층으로 분획하고 각 분획물의 항균성을 조사하였다. 원소조성은 수종간의 차이는 없었지만, 목부의 질소 및 리그닌 함량은 사부보다 높았으며 회분 및 추출물양은 목부보다 사부가 높게 나타났다. 근피의 점액질은 냉수에 의해 매우 느리게 용출 되었으며, 높은 산성당 함량을 갖는 pectin 유사 물질이었다. 느릅나무 근피로부터 약 7% 정도의 메탄올 추출물이 얻어졌고 이 중 78%가 수용성 물질이었으며 *Staphylococcus aureus*와 *Salmonella typhimurium*에 대하여 항균성을 나타내었다.

ABSTRACT

The chemical compositions of the root bark of *Ulmus* species and mucilage were investigated. The methanol extractives were fractionated with n-hexane, ethyl ether, ethyl acetate and water and antibacterial activities of each fraction were investigated. Although differences of chemical compositions of the *Ulmus* species were not noticeable, nitrogen and lignin contents of xylem were higher than those of phloem. However, ash and extractive contents showed adverse results. The mucilage of root bark was slowly

*¹ 접수 2002년 1월 21일, 채택 2002년 4월 22일

*² 경북대학교 농과대학 Kyungpook National Univeristy, Daegu 702-701, Korea.

*³ 경북산림환경연구소 Kyungpook Forest Environmental Institute, Kyungju 780-120, Korea.

† 주저자(corresponding author) : 엄태진(e-mail: tjeom@kyungpook.ac.kr)

gushing out by water and similar to pectin substance with high acidic sugar content. In fractionation experiment, the yield of methanol extraction was about 7% and the portion of water-soluble materials in methanol extractives was 78%. These water-soluble materials had the most high antibacterial activity on *Staphylococcus aureus* and *Salmonella typhimurium*.

Keywords: Root bark of *Ulmus*, Chemical composition, Solvent extractives, Antibacterial activity

1. 서 론

목재 중의 추출성분은 수목 분류의 지표성분으로 이용될 정도로 수종에 따라 매우 다양한 물질로 구성되며 이러한 추출성분에 따라 수종 고유의 특징적인 색상이나 향기를 나타내게 되고 동시에 내후성, 내충성 등과 같이 생리 활성의 원인 물질로서 작용하게 되며 또한 많은 경우에 있어서 생약재료로 이용되어져 왔다. 특히 최근에 대체의학의 발달과 함께 부작용이 적은 치료약제의 필요성이 증대되면서 식물 유래 천연 생리 활성 물질의 중요성이 더해지고 있으며 이의 탐색을 위한 많은 연구 노력이 적극적으로 행해지고 있다.

유근피 혹은 유근백피(楡根白皮)는 느릅나무과 수목의 줄기나 뿌리의 껍질을 벗겨 말긴 것으로, 예로부터 한방 및 민간에서는 이를 대소변불통(大小便不通), 이뇨(利尿), 부종(浮腫), 거담(祛痰), 진해(鎮海), 소염(消炎), 초기 위암 등의 치료제로 사용되었으며 느릅나무의 점액질은 피부상처의 보호를 위하여 사용되기도 하였다(강 등, 1988).

느릅나무류로는 참느릅나무, 비술나무, 왕느릅나무, 난티나무, 당느릅나무, 흑느릅나무, 민느릅나무, 둥근참느릅나무, 줄참느릅나무 등이 있다(윤, 1981). 이중 참느릅나무 근피의 열수추출물 및 메탄올 추출물들과 그 분획물들을 SRB법을 이용한 *in vitro* 항암 실험에서 인체 위암세포에 대해서 세포독성 억제 효과를 나타내었고, *in vivo* 실험으로 항암효과와 수명 연장효과를 가진 것으로 알려지고 있다(김, 1997). 느릅나무 근피 추출물은 면역계 세포에 직·간접으로 작용하여 생체 면역반응을 조절하고, 유백피의 메탄올 엑기스가 실험적 위염 및 위궤양의 현저한 억제작용이 있으며, 그 기작의 일부는 위액분비 억제작용과

관련이 있고 이는 수층에서 가장 강력한 효능을 나타낸 점은 점액질의 역할이 큰 것으로 추정되었다(Lee 등 1995).

현재까지 유근백피의 추출성분 중에는 naphthoquinones과 mansonone(Kim 등, 1996), catechin(Son 등, 1989), sitosterol(Tanaka 등, 1996) 등이 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며, 느릅나무 점액질의 당류에 관한 연구가 있으나(손 등, 1982), 유근백피 조성분의 비교분석이나 항균성 화합물의 체계적 단리 등에 관한 연구는 많지 않다.

본 연구에서는 유근백피의 화학적 조성분과 다양한 용제에 의한 추출물의 단리 및 그 항균성을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료 및 균주

2.1.1. 공시재료

경주시 소재 경북 산림환경 연구소내에 식재되어 있는 수령 3~6년의 참느릅나무(*Ulmus parvifolia Jacq*), 느릅나무(*Ulmus davidiana var. japonica Nakai*), 흑느릅나무(*Ulmus davidiana for. subelosa Nakai*), 당느릅나무(*Ulmus davidiana Planchon*) 뿌리의 사부 및 목부를 분리하여 건조 상태에서 건조한 후 Willey's mill로 분쇄하여 20~60 mesh의 것을 시료로 사용하였다.

2.1.2. 공시균주 및 배지

실험에 사용한 균주는 한국 유전자 은행에서 분양

Table 1. Culture condition of bacteria and fungi.

Species	Preparation(IL)	pH	Temp.
<i>Staphylococcus aureus</i> (KCTC* 1928)	1.0% Tryptone 0.5% Yeast extract	7.0	37℃
<i>Salmonella typhimurium</i> (KCTC* 2058)	1.0% NaCl 1.5% Agar		
<i>Trichoderma viride</i>	20% Potato	5.6±0.2	31℃
<i>Phanerochaete chrisosporium</i>	2.0% Bacto Dextrose 1.5% Bacto Agar		

KCTC* : Korean Collection for Type Culture

받은 식중독균인 *Staphylococcus aureus*(gram positive)와 *Salmonella typhimurium*(gram negative), 목재부후균인 *Trichoderma viride*와 *Phanerochaete chrisosporium*를 사용하였다. 또한 균주의 특성에 따라 *Staphylococcus aureus*와 *Salmonella typhimurium*은 LBA(Luria Bertani Agar)배지를, 목재부후균은 PDA(Potato Dextrose Agar)배지상에서 배양하여 공시균주로 하였다. 균주의 배양조건은 Table 1과 같다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 원소 분석

각 수종 뿌리의 사부 및 목부 시료를 절건 시킨 후 원소분석기(EA-1110, CE Instrument)를 이용하여 원소조성을 분석하였고, 전기로를 이용하여 회분을 정량한 후 얻어진 회분을 전자분광계(VG Microtech)를 이용하여 회분의 원소조성을 분석하였다.

2.2.2. 화학 조성 분석

각 수종 뿌리의 사부 및 목부를 Tappi standard에 준하여 각각 냉수추출물, 온수추출물, 1% NaOH추출물, 유기용제추출물, Klason lignin, 회분을 정량하였다. 냉수 및 온수추출물의 정량의 경우 점액질로 인해 glass filter(1G3)로는 여과가 되지 않으므로 5N NaOH 2 mL를 가하여 5분간 처리한 후 미리 칭량된

4점의 무명천으로 여과하여 절건시킨 후 칭량하였다.

2.2.3. 점액질의 단리 및 조성당 분석

참느릅나무 및 느릅나무 근피 100 g에 열수 500 mL를 넣고 염산으로 pH 2.2로 조절하여 100℃로 30 분간 가열시킨 후 감압 여과한 여과액과, 잔사를 열수로 세척한 세척액을 합하여 냉각하였다. 냉각된 추출액을 적당량으로 농축시킨 후 염산을 함유한 에탄올 중에 주입하여 하룻밤 냉장고 중에 정치시킨 다음 침전물을 여과하여 에탄올로 세척한 후 감압하에 60℃로 16시간 건조하여 단리 하였다. 얻어진 점액질 및 근피의 중성당 조성은 Alditol-acetate법으로 산성당은 Blumenkrantz법(Blumenkrantz · Asboe-Hansen, 1973)으로 분석하였다.

2.2.4. 느릅나무 근피의 용매추출 및 분획

느릅나무 근피 2 kg을 2.5 L의 1급 methanol에 3일간 2회에 걸쳐 침적시킨 후 여과하여 추출물을 감압 농축시킨 후 300 mL 증류수를 가한 후 n-hexane 600 ml를 가하여 잘 교반하면서 3시간 처리 후 분액 여두로 수용액층과 n-hexane층을 분리하여 농축하였다. 수용액층은 ethyl ether(Et₂O) 600 mL로 다시 추출하여 ether층과 수용액층으로 분리하고 수용액층을 다시 ethyl acetate(EtOAc) 600 mL로 분리하여 acetate층과 수용액을 감압 농축시켜 시료로 조제하였다(Fig. 1). 각각 분리된 분획물을 농축 건조시켜 칭량하였다.

2.2.5. 추출분획물의 항균력 측정

LBA 및 PDA 배지를 멸균시킨 후 petri dish에 분주하여 하층배지를 만들고, 그 위에 petri dish상에서 5일간 배양된 원균으로부터 직경 1cm의 균집단을 채취하여 생리식염수 10 mL에 희석시킨 후 균질화된 균체 현탁액 1 mL를 멸균된 면봉을 사용하여 도말하고 그 위에 paper disc(지름 8 mm, 두께 0.7 mm)를 올려놓고 추출물 및 분획물을 소정량의 생리식염수에 용해시킨 후 계균용 syringe filter(0.2 μm)에 통과시킨 다음 paper disk에 50 μL씩 주입하였다. 접종된

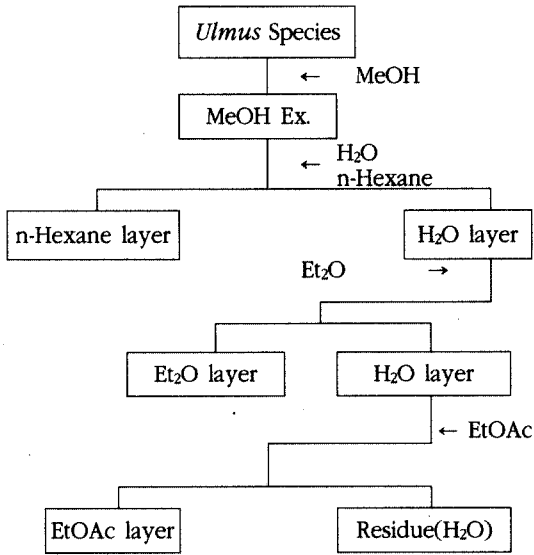


Fig. 1. Fractionation of MeOH extractives from the root bark of *Ulmus* species.

배지를 37℃ 배양기에 넣고 36시간 배양한 후 disc 주변에 형성되는 생육저지환(clear zone)의 직경으로 항균활성을 조사하였다(Benson, 1990). 생육저지환의 직경은 3개체의 평균값으로 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 느릅나무 뿌리의 원소 및 화학조성 분석 결과

본 연구에 사용된 공시재료의 원소 및 회분 원소 분석 결과를 Table 2와 Table 3에 나타내었다.

원소조성은 수종간의 차이가 별로 없으며, 뿌리 목부의 질소 함량이 사부의 경우 보다 높은 것으로 보아 목부에 단백질과 같은 합질소 화합물의 함유량이 많은 것으로 이는 본 실험에 사용된 시료가 비교적 유령목으로서 형성층 비율이 높고 수피 절개시 형성층이 목부에 존재하기 때문으로 생각되며, 회분 함량은 목부보다 사부에서 높은 수치를 나타내었다.

느릅나무 근피 회분의 원소분석결과 수종에 따라

Table 2. Elemental analysis and ash content of xylem and phloem of root of *Ulmus* species (%)

Species		Carbon	Hydrogen	Nitrogen	Ash
<i>Ulmus parvifolia</i>	XR*	46.2	6.4	3.6	0.7
<i>Jacq</i>	PR**	42.4	6.9	2.6	5.0
<i>Ulmus davidiana</i>	XR*	43.8	5.6	1.3	1.5
<i>var japonica</i>	Nakai PR**	44.5	5.9	0.8	6.5
<i>Ulmus davidiana</i>	XR*	45.8	6.4	1.9	1.0
<i>for. subellosa</i>	Nakai PR**	42.0	6.2	1.1	7.5
<i>Ulmus davidiana</i>	XR*	42.7	4.5	2.8	1.4
<i>Planchon</i>	PR**	41.3	6.5	1.8	7.4

XR* : Xylem of root, PR* : Phloem of root

Table 3. Elemental analysis of ash(%)

Species	K	Na	Ca	Mg	P
<i>Ulmus parvifolia</i>	0.9	0.3	3.1	6.3	1.6
<i>Ulmus davidiana</i>	0.5	0.1	8.4	2.3	0.2
<i>var japonica</i>					
<i>Nakai</i>					
<i>Ulmus davidiana</i>	0.4	0.3	3.5	2.2	0.3
<i>for. subellosa</i>					
<i>Nakai</i>					
<i>Ulmus davidiana</i>	2.1	0.6	1.3	4.2	0.8
<i>Planchon</i>					

특이한 차이는 없으며 주로 Ca, Mg이 많이 포함되었고 참느릅나무와 느릅나무에서 비교적 높은 수치를 보였다. 검출 원소의 함량이 전체적으로 낮은 것은 이들이 산화물의 형태로 존재하거나 기타 원소의 함량이 많기 때문으로 추정된다.

3.2. 화학조성분

3.2.1. 근피 냉수추출 및 온수추출의 경시적 변화

시간의 경과에 따른 근피의 냉수추출 및 온수추출 결과를 Fig. 2과 Fig. 3에 나타내었다. 각 수종의 냉수추출물량은 추출시간에 따라 경시적으로 증가하고 있으며, 4일 후 각각 52.6%, 52%의 함량에 달하고 있으며 온수추출물량은 각각 43.2%, 49.5%로 시간이

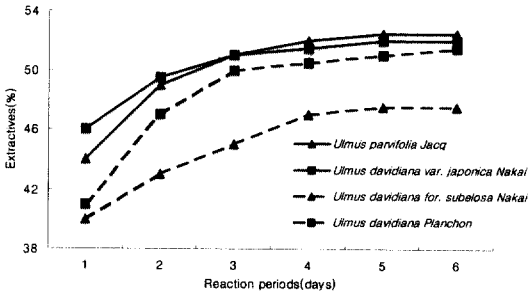


Fig. 2. Amount of cold-water extractives.

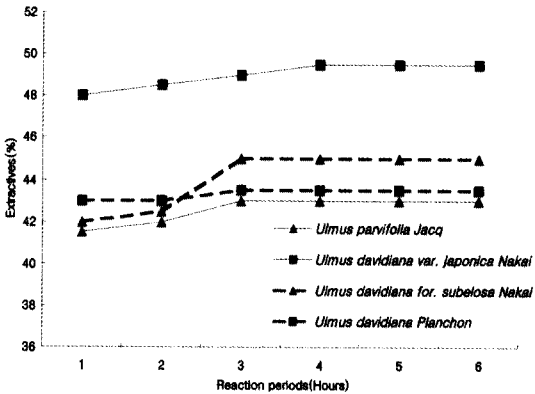


Fig. 3. Amount of hot-water extractives.

경과함에 따라 추출물량이 증가하였고, 3시간 후부터는 추출물량이 거의 일정하였다. 이는 느릅나무속 수피와 같이 점액질을 분비하는 수종의 특징으로 볼 수

있으며 이러한 점액질은 비교적 장시간에 걸쳐 세포 벽으로부터 분비되는 것으로 판단되었다.

3.2.2. 화학조성분

Table 4는 각 수종의 화학적 조성분 분석 결과를 비교하여 나타낸 것이다.

추출물량은 사부가 목부보다 매우 높았지만 lignin 함량은 이와 반대로 사부가 목부보다 낮게 나타났다. 이것은 수피부에는 cellulose, hemicellulose 및 lignin과 같은 목재 주성분의 함량이 상대적으로 낮고 부성분의 함량이 높다는 것을 시사하고 있고, 각 수종에 있어서 근피의 냉수추출물이 온수추출물에 비하여 약간 높은 결과를 보이고 있다. 이는 냉수추출의 경우 4일 온수추출의 경우 3시간 후에는 거의 함량에 달하는 점을 고려하여 볼 때 온수처리에 의해 세포벽중의 어떤 변화에 의해 점질물의 분비가 억제되기 때문이 아닌가 생각된다.

3.3. 근피 및 점질물의 당조성 분석

Table 5는 느릅나무 사부의 중성당 및 산성당 분석 결과를 나타낸 것이다.

근피의 당조성분석 결과 수종간 특이한 차이점은 없으며, 활엽수재의 수피에 비해 비교적 높은 산성당 정량 결과를 보이고 있는데 이는 느릅나무 수피부에

Table 4. Chemical composition of xylem and phloem of root (%)

Species		Cold water extractives	Hot water extractives	Ethanol-benzene extractives	1% NaOH extractives	Lignin contents
<i>Ulmus Parvifolia</i> Jacq	XR	9.6	32.6	12.6	38.2	23.2
	PR	49.0	43.1	23.1	54.0	10.4
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> Nakai	XR	9.4	25.6	10.5	37.4	23.7
	PR	49.3	48.2	23.1	74.5	13.0
<i>Ulmus davidiana</i> for. <i>subellosa</i> Nakai	XR	11.3	25.1	19.7	31.7	21.1
	PR	42.5	42.5	24.2	69.0	12.2
<i>Ulmus davidiana</i> Planchon	XR	11.5	24.2	12.9	42.5	20.9
	PR	46.8	43.0	24.2	76.4	16.4

Table 5. Sugar analysis of phloem of root (%)

Species	Relative neutral sugar composition					Acidic sugar
	Arabinose	Xylose	Mannose	Galactose	Glucose	
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq	43	86	T	133	73.8	11.8
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> Nakai	5.6	8.9	T	11.3	74.2	8.4
<i>Ulmus davidiana</i> for. <i>subelosa</i> Nakai	5.2	9.1	T	15.9	69.7	10.6
<i>Ulmus davidiana</i> Planchon	8.5	9.3	T	14.2	68.2	9.2

T*: Trace

존재하는 점액질은 산성당의 함량이 높은 pectin과 유사한 물질임을 시사하고 있다.

또 참느릅나무 및 느릅나무 근피로부터 단리한 점액질의 중성당 및 산성당의 분석 결과와 수율을 Table 6에서 나타내었다.

사부로부터 단리된 점액질의 수율은 20% 전후로서 높은 산성당 함량을 보이는 것으로 미루어 pectin과 유사한 물질인 것으로 추정된다.

3.4. 느릅나무 근피의 용매추출

기전 분쇄한 느릅나무 근피를 MeOH로 추출한 후 극성이 다른 용매인 n-hexane, ethyl ether, ethyl acetate를 순차적으로 가하여 분획함으로써 용매추출물을 얻었다. MeOH추출물의 회수량은 140 g으로서 근피분말에 대하여 7%의 수율을 나타내었고 이로 부터 각 용제에 의해 추출된 수율은 Table 7과 같다.

느릅나무 근피의 용매 추출물의 수율은 Residues, n-hexane 추출물, ethyl acetate 추출물 ethyl ether 추출물 순으로 나타났으며, 상당부분이 용제에 의해

Table 7. Yield of solvent extractives from methanol extract of root bark of *Ulmus davidiana* var. *japonica* Nakai

Extracts	Yield (%)
n-Hexane	8.93
Ethyl ether	2.94
Ethyl acetate	7.42
Residues	78.74

추출되지 않고 수층에 잔류하는 극성이 매우 큰 화합물인 것으로 생각할 수 있다.

3.5. 분획물의 항균력

느릅나무 근피 메탄올 추출물의 세균 및 곰팡이에 대한 항균력을 한천배지 확산법에 의해 조사하여 그 결과를 Table 8에 나타내었다.

느릅나무 근피의 MeOH 추출물의 항균력을 측정한 결과 세균에 대해서는 추출물의 농도와 비례하여 억

Table 6. Yield and sugar composition of mucilage (%)

Species	Yield	Relative neutral sugar composition					Acidic sugar
		Arabinose	Xylose	Mannose	Galactose	Glucose	
<i>Ulmus parvifolia</i> Jacq	203	1.81	0.32	T	9.23	15.30	28.7
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> Nakai	19.8	1.29	0.30	T	5.63	7.46	28.1

Table 8. Inhibition zone of bacterial and fungal species by MeOH extractive

Species	Diameter(mm) of inhibition zone at various concentration (mg/mL)					
	Control	0.1	0.25	0.5	1.0	2.0
ST*	-	0.0	1.0	1.5	3.0	3.5
SA**	-	0.5	1.0	1.0	2.5	5.0
TV***	-	-	-	-	-	-
PC****	-	-	-	-	-	-

ST* ; *Salmonella typhimurium*

SA** ; *Staphylococcus aureus*

TV*** ; *Trichoderma viride*

PC**** ; *Phanerochaete chrisosporium*

제환이 나타났으며, 특히 *Staphylococcus aureus*균의 경우가 *Salmonella typhimurium*균의 경우보다 높은 억제환을 보여 그람 양성균에 대한 항균력이 그람 음성균보다 상대적으로 큰 것으로 측정되었다. 이는 이 등(1992)의 비솔나무 수피의 추출성분에 의한 항균성 시험 결과와도 일치하였다. 목재 부후균인 *Trichoderma viride*와 *Phanerochaete chrisosporium*에 대해서는 전혀 항균효과를 나타내지 않았다. 유근백피로부터 얻어진 MeOH추출물 및 n-hexane, ethyl ether, ethyl acetate 및 잔사물을 생리식염수에 2.0 및 4.0 mg/mL의 농도가 되게 용해시킨 후 세균에 대한 항균력을 한천배지 확산법에 의하여 측정된 결과는 Table 9에 나타내었다.

느릅나무 근피의 메탄올 추출물과 각 용제 분획물은 *Staphylococcus aureus*균과 *Salmonella typhimurium*균에 대한 성장저해 시험결과 시간이 흐를수록 점차 생육저지환이 커지는 경향을 보였으나 *Salmonella typhimurium*균에서는 24시간 이후 오히려 서서히 감소하거나 더이상 증가하지 않았다. 그리고 농도가 2.0 mg/mL의 경우보다 4.0 mg/mL에서 더 큰 저지환이 형성되었으나 *Salmonella typhimurium*균의 경우 메탄올추출물과 ethyl ether 추출물의 경우는 농도가 증가에도 불구하고 생육저지환이 오히려 감소하는 경향을 보였다. 분획물 중 각 균에 대해 저해활성이 가장 크게 나타난 분획물은 유기용제에 추출되지 않고 수층에 남은 잔사였으며, ethyl ether의 경우 *Salmonella typhimurium*균에서만 활성이 나타

Table 9. Inhibition effect of solvent extractives on ST* and SA** (mm)

Sample	mg/mL	0	ST	SA
Control		-	-	-
MeOH extracts	2.0	-	6.0	5.0
	4.0	-	6.0	6.0
n-Hexane layer	2.0	-	-	-
	4.0	-	-	-
Ethyl ether layer	2.0	-	2.0	-
	4.0	-	1.0	-
Ethyl acetate layer	2.0	-	4.0	3.0
	4.0	-	5.0	5.0
Residue	2.0	-	5.0	5.0
	4.0	-	8.0	7.0

ST* ; *Salmonella typhimurium*

SA** ; *Staphylococcus aureus*

났고 *Staphylococcus aureus*균에서는 나타나지 않았으며 n-hexane 층에서는 저해 활성이 전혀 보이지 않았다.

이상의 결과를 보면 느릅나무 근피의 주된 항균성 물질은 메탄올에 용해되고 n-hexane이나 용제에는 용해되지 않는 극성이 큰 물질이며 추출잔사인 수층에 주로 잔류하는 것으로 생각되며 느릅나무 근피의 추출성분에 의해 식중독 예방 효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결 론

느릅나무 근피의 화학 조성분 및 점액질의 당조성을 분석하였고 근피를 MeOH로 추출하여 n-hexane, ethyl ether, ethyl acetate, 수층으로 분획하고 각 분획물의 항균성을 조사하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 원소 조성은 수종간의 차이가 별로 없으며, 질소는 사부보다 목부가, 회분은 목부보다 사부에서 높은 결과를 얻었다.

2) 본 실험에서 추출물량은 사부가 목부보다 높았지만 lignin함량은 이와 반대로 사부가 목부보다 낮게

나타났다.

3) 근피의 점액질은 냉수에 의해 매우 느리게 용출되었으며 높은 산성당 함량을 갖는 pectin 유사 물질이었다.

4) 약 7% 정도의 메탄올 추출물이 얻어졌으며 이중 78%가 수용성 물질이며 기타 용제 분획에 의해 가장 높은 항세균성을 나타내었으나 목재 부후균에 대해서는 항균력이 보이지 않았다.

참 고 문 헌

1. Benson, J. J. 1990. Microbiological applications, a laboratory manual in general microbiology, 5th ed, W.C. Brown publishers Dubuque, IOWA. pp 137~137.
2. Blumenkrantz, N. and G. Asboe-Hansen. 1973. New method for quantitative determination of uronic acid, *Analytical Biochemistry* 54: 484~4.
3. Kim, J. P., Kim, W. G., Koshino, H., Park, J. H., and I. D. Yoo. 1996. Isolation and identification of sesquiterpene O-naphthoquinones, Mansonones E, F and H, from the root bark of *Ulmus davidianaplanch*, *Agricultural chemistry and biotechnology* 39(1): 89~94.
4. Lee, E. B., Kim, O. K., Jung, C. S., and K. H. Jung. 1995. The Influence of methanol extract of *Ulmus davidiana* var. *japonica* Cortex on gastric erosion and ulcer and paw edema in rats, *Yakbak Hoeji*, 39(6): 674.
5. Son, B. H., Park, J. H., and O. P. Zee. 1989. Catechin glycoside from *Ulmus davidiana*, *Arch. Pharm. Res.* 12: 219~222.
6. Tanaka, N., Yasue, M., and H. Imamura. 1996. The chemistry of wood extractives XIV. - Constituents of *Mananmia altissima*(I), *J. Japan Wood Res. Soc.* 12: 289~292.
7. 강삼식, 윤혜숙, 장일무. 1988. 천연물과학. 서울대학교 출판부. p. 276.
8. 김기영. 1997. 느릅나무 근피의 항(발)암 효과, 부산대학교 석사학위논문. p. 47.
9. 손주환, 임제빈. 1982. 한지초지용 점액에 관한 연구 제1보. *한국농화학회지*. 25(3): 166~172.
10. 이홍용, 김치경, 성해경, 문택규, 임치주, 1992. 유백피 추출성분의 항세균 작용. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 20(1): 1~5.
11. 윤창수. 1981. 한국약품식물자원도감. 진명출판사. pp. 76~77.