

DOI:10.11937/bfyy.201710029

核桃楸外果皮总生物碱的提取及 抗氧化活性的测定

李 玲, 王天森, 孙墨珑

(东北林业大学 理学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要:以核桃楸外果皮为试材,采用超声辅助法及紫外可见分光光度法,研究了核桃楸外果皮总生物碱的最佳提取方法,并测定其抗氧化性和抑菌性,以期为核桃楸外果皮中生物碱的后续利用提供参考依据。结果表明:核桃楸外果皮生物碱最优提取条件为乙醇体积分数 80%、料液比 1:10 g·mL⁻¹、超声温度 40℃、超声时间 40 min。抗氧化试验结果表明,核桃楸外果皮的总生物碱提取物对羟基自由基、亚硝酸根离子、超氧阴离子均有清除作用,由线性回归结果得到 3 种自由基的 IC₅₀ 值分别为 0.030(·OH)、0.029(NO₂⁻)、0.033 g·L⁻¹(O₂⁻)。抑菌试验结果表明,核桃楸外果皮的总生物碱提取物对木材褐腐菌密粘褶菌和白腐菌彩绒革盖菌的生长均存在抑制作用。

关键词:核桃楸;外果皮;生物碱;抗氧化;抑菌

中图分类号:S 792.132 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)10-0126-05

核桃楸(*Juglans mandshurica* Maxim.)属胡桃科胡桃属落叶乔木,又名山核桃,主要分布于小兴安

第一作者简介:李玲(1992-),女,硕士研究生,研究方向为天然产物化学。E-mail:463037473@qq.com.

责任作者:孙墨珑(1961-),女,博士,教授,研究方向为天然产物化学。E-mail:molongsun@126.com.

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2572015BB18)。

收稿日期:2017-02-03

岭、完达山脉、长白山区,以及俄罗斯远东地区^[1]。核桃楸的外果皮、果实、叶子、树皮等均可用作药材,各部位均有抗癌抗肿瘤等生理功效。核桃楸外果皮的主要化学成分包括黄酮类、鞣质类、生物碱、萜醌及强心苷等活性物质^[2]。目前国内外对核桃楸的研究结果表明,从核桃楸中提取的挥发油、胡桃醌、总黄酮、单宁等物质^[3-5],具有杀虫、抗肿瘤、抗菌、抗氧化等性质^[6-8]。生物碱是自然界中广泛存在的一类含氮碱性有机化合物,多数具有复杂的含氮杂环,结

Effects of Compound Clarifying Agents on Clarification of Nanguo Pear Wine

YE Chunmiao

(Department of Chemical Engineering, Liaoyang Vocational College of Technology, Liaoyang, Liaoning 111000)

Abstract: Chitosan, PVPP, attapulgate, bentonite and gelatin were used as clarifying agents. The optimum conditions for the preparation of compound clarifier were investigated by means of single clarification and compound clarification, in order to obtain the best Nanguo pear wine clarification method. The results showed that the optimal conditions of chitosan and PVPP compound, 2.5:1 ratio, water bath temperature of 50℃, water bath time was 60 minutes. Under this condition, the Nanguo pear wine clarification degree was 90.5%, the sensory score was 94 points, and the effect of compound clarifying agents on physicochemical index of Nanguo pear wine was not obvious.

Keywords: Nanguo pear wine; clarifiers; clarity

构多样,种类繁多,具有光学活性和显著的生理活性,如抗菌、抗氧化、抗癌、降糖等,是许多药用植物的有效成分^[9-12]。目前,有关核桃楸外果皮的总生物碱提取应用尚鲜见报道。该试验以核桃楸外果皮为试材,对核桃楸外果皮的总生物碱提取工艺进行了优化,并探讨了总生物碱提取物对羟基自由基、亚硝酸根离子、超氧阴离子的清除作用,以及对木材褐腐菌密粘褶菌和白腐菌彩绒革盖菌生长的抑制作用,以期核桃楸外果皮中的生物碱的后续利用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试核桃楸外果皮采自东北林业大学林场,粉碎,晒干,过40目筛,备用。

木材褐腐菌密粘褶菌(*Gloeophyllum trabeum*)和白腐菌彩绒革盖菌(*Coriolus versicolor*)由东北林业大学工程技术学院提供。

供试试剂:盐酸小檗碱标准品购自阿拉丁试剂公司,其它试剂均为分析纯。

供试仪器:TU-1901 紫外可见分光光度计;RE-2000B 旋转蒸发器;KQ3200DE 型数控超声波清洗器;SHB-B95 循环水式多用真空泵;YXQ-LS-30SII 型高温蒸气灭菌锅;HSX-450 型恒温恒湿培养箱。

1.2 试验方法

1.2.1 盐酸小檗碱标准曲线绘制 采用酸性染料比色法^[13]。精确称取盐酸小檗碱标准品5 mg,甲醇溶解定容至100 mL,得到浓度为 $0.05 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准溶液。取盐酸小檗碱标准溶液0.0、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4 mL,挥干甲醇,加入pH为4的磷酸氢二钠-柠檬酸缓冲溶液2 mL、溴甲酚绿溶液2 mL,用10 mL氯仿分3次萃取,取氯仿层,以氯仿为空白,在波长416 nm处测定吸光度,将所得吸光度(A)对盐酸小檗碱浓度(c)作图,绘制标准曲线。

1.2.2 核桃楸外果皮总生物碱提取正交实验设计

取5 g核桃楸外果皮粗粉,用乙醇溶液浸泡12 h后超声振荡,抽滤得到粗提液,加1%的盐酸调节pH至2,滤去沉淀,加氨水调节pH至12,用50 mL氯仿分3次萃取,蒸干氯仿,以50 mL甲醇溶解提取物定容。采用 $L_9(3^4)$ 正交实验法,探索液料比、乙醇体积分数、超声温度、超声时间对核桃楸外果皮总生物碱提取率的影响^[5]。正交设计如表1所示。将提取的溶液以酸性染色比色法显色^[13],在波长416 nm处测定吸光度,将所得吸光度代入标准曲线,得到生物碱

浓度,计算提取率 $W(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) = c \times V \times n/m$ 。式中,c为总生物碱浓度,V为生物碱溶液的体积,n为显色反应时总生物碱的稀释倍数,m为粗粉质量。

表1 核桃楸外果皮总生物碱提取正交实验条件

Table 1 Conditions of extracting alkaloids from green peel of *Juglans mandshurica*

水平 Level	因素 Factor			
	A 液料比 Solid-liquid ration /($\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)	B 乙醇体积分数 Volume fraction of ethanol/ %	C 超声温度 Ultrasonic temperature/ $^{\circ}\text{C}$	D 超声时间 Ultrasonic time/min
1	1 : 10	60	40	30
2	1 : 15	70	50	40
3	1 : 20	80	60	50

1.2.3 核桃楸外果皮总生物碱提取物的抗氧化性研究 取20 g核桃楸外果皮粗粉,以正交实验得到的最优条件提取核桃楸外果皮中的总生物碱,用甲醇定容至250 mL。显色后测定吸光度并计算得到总生物碱提取物浓度为 $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。取总生物碱提取原液5、15、25、35、45、50 mL,加入甲醇定容至50 mL,得到0.003、0.010、0.017、0.023、0.030、 $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的6个不同浓度的总生物碱提取物溶液;配制苯甲酸溶液和抗坏血酸溶液作为对照品,待用。1)核桃楸外果皮总生物碱提取物对羟基自由基($\cdot\text{OH}$)的清除作用:采用水杨酸法^[14]。取0.003~ $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 共6个浓度的总生物碱提取液各2 mL,分别加入2% FeSO_4 溶液1 mL、5%水杨酸溶液1 mL、蒸馏水6 mL、3%过氧化氢1 mL,37 $^{\circ}\text{C}$ 条件下恒温0.5 h,在波长510 nm处测定吸光度 A_1 ,空白对照测得吸光度 A_0 。取等量抗坏血酸和苯甲酸作对照,步骤同上。以清除率E来衡量3种物质的抗氧化性。 $E(\%) = (A_0 - A_1)/A_0 \times 100$ 。2)核桃楸外果皮总生物碱提取物对亚硝酸根离子(NO_2^-)的清除作用:采用重氮偶合比色法^[14]。取0.003~ $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 共6个浓度的总生物碱提取液各2 mL,各加入0.1% NaNO_2 溶液0.5 mL、蒸馏水6 mL,振荡摇匀,37 $^{\circ}\text{C}$ 条件下恒温1 h。取出后加入0.4%对氨基苯磺酸1 mL,静置10 min。加入0.2%盐酸萘乙胺试液0.5 mL,静置5 min,在540 nm处测定吸光度 A_1 ,空白对照的吸光度 A_0 。取等量抗坏血酸和苯甲酸作对照试验,步骤同上。计算3种物质的清除率E。3)核桃楸外果皮总生物碱提取物对超氧阴离子(O_2^-)的清除作用:采用邻苯三酚法^[14]。取0.003~ $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 共6个浓度的总生物碱提取液各2 mL,各加入pH为8的

Tris-HCl 缓冲液 5 mL、蒸馏水 2 mL, 25 ℃ 条件下恒温 20 min。加入 0.1% 的邻苯三酚溶液 1 mL, 反应 4 min, 滴加 2 滴浓盐酸溶液终止反应, 在 320 nm 处测定吸光度 A_1 , 空白对照测得吸光度 A_0 。取等量抗坏血酸和苯甲酸作对照试验, 步骤同上。计算 3 种物质的清除率 E 。

1.2.4 核桃楸外果皮总生物碱提取物的抑菌性测定 采用牛津杯法^[15]。将已灭菌的马铃薯葡萄糖琼脂培养基(PDA)倒入培养皿中, 待完全凝固后, 用灭菌牛津杯对称打 4 个孔(直径为(7.9~0.1)mm), 倒入含有菌液的 PDA 至培养基的高度恰好与牛津杯上端持平, 凝固后用镊子轻轻取出牛津杯, 每个培养皿留下 4 个孔。在培养皿的 1 个孔中注入甲醇 1 mL 作空白对照, 另外 3 个孔中分别注入相同浓度总生物碱提取液 1 mL。共 6 组浓度, 密封后放入恒温培养箱培养 1 周, 观察是否生成明显的抑菌圈。

1.3 数据分析

抗氧化试验数据采用 Excel 软件进行数据回

表 2

核桃楸外果皮总生物碱提取正交实验结果

Table 2 Results of extracting alkaloids from green peel of *Juglans mandshurica* by orthogonal experiment

A 液料比 Solid-liquid ratio/(g · mL ⁻¹)		B 乙醇体积分数 Volume fraction of ethanol/%	C 超声温度 Ultrasonic temperature/℃	D 超声时间 Ultrasonic time/min	总生物碱提取率 Total alkaloid extraction rate/(mg · g ⁻¹)
1	1:10	60	40	30	2.187
2	1:10	70	50	40	2.634
3	1:10	80	60	50	2.065
4	1:15	60	50	50	0.844
5	1:15	70	60	30	2.106
6	1:15	80	40	40	2.960
7	1:20	60	60	40	0.885
8	1:20	70	40	50	1.495
9	1:20	80	50	30	1.536
K ₁	2.295	1.305	2.214	1.943	
K ₂	1.970	2.078	1.671	2.160	
K ₃	1.305	2.187	1.685	1.468	
R	0.990	0.882	0.543	0.692	

2.3 核桃楸外果皮总生物碱提取物抗氧化性结果分析

2.3.1 核桃楸外果皮总生物碱提取物对羟基自由基的清除作用 由表 3 可知, 核桃楸外果皮总生物碱提取物对羟基自由基的清除率随着溶液浓度的增大而增加, 且在相同浓度条件下的清除率远大于苯甲酸, 略小于抗坏血酸。对羟基自由基的清除作用在浓度为 0.003~0.033 g · L⁻¹ 内呈线性关系, 线性回归方程为 $y = 19.655x - 0.086$, $R^2 = 0.972$ 。由线性回归方程可得, 核桃楸外果皮总生物碱提取物对羟基自由基的 IC₅₀ 为 0.030 g · L⁻¹。

归处理, 正交实验数据采用正交助手进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐酸小檗碱标准曲线绘制

以盐酸小檗碱标准溶液在波长为 416 nm 处测得的吸光度与标准溶液浓度绘制标准曲线, 得到标准曲线的回归方程为 $A = 4.9157c + 0.0385$ ($R^2 = 0.9989$)。

2.2 核桃楸外果皮总生物碱提取条件优化

由表 2 可知, 最优提取条件为 A₁B₃C₁D₂, 即在液料比为 1:10 g · mL⁻¹、乙醇体积分数为 80%、超声温度为 40 ℃、超声时间 40 min 时, 核桃楸外果皮总生物碱有最高的提取率, 极差的大小顺序为 A>B>D>C, 表明 4 个影响因素对提取结果影响的主次顺序依次为液料比、乙醇体积分数、超声时间、超声温度。

表 3 核桃楸外果皮总生物碱提取物对羟基自由基(·OH)的清除作用

Table 3 Scavenging effect of hydroxyl radical by alkaloids extraction from green peel of *Juglans mandshurica*

样品 Sample	溶液浓度 Concentration/(g · L ⁻¹)					
	0.003	0.010	0.017	0.023	0.030	0.033
总生物碱 Alkaloids	1.3	10.9	18.3	34.5	53.0	58.3
苯甲酸 Benzoic acid	0.1	0.8	4.0	7.2	15.3	22.4
抗坏血酸 Ascorbic acid	0.4	13.9	28.6	42.7	57.8	67.7

2.3.2 核桃楸外果皮总生物碱提取物对亚硝酸根离子的清除作用 由表 4 可知, 总生物碱提取物对亚硝酸根离子的清除率随着溶液浓度的增大而增加, 且在相同浓度条件下的清除率远大于苯甲酸, 略

小于抗坏血酸。对亚硝酸根离子的清除作用在浓度为 $0.003 \sim 0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 内呈线性关系,线性回归方程为 $y=18.955x-0.064$, $R^2=0.985$ 。由线性回归方程可得,核桃楸外果皮总生物碱提取物对亚硝酸根离子的 IC_{50} 为 $0.029 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

表4 核桃楸外果皮总生物碱提取物对亚硝酸根离子(NO_2^-)的清除作用

Table 4 Scavenging effect of nitrite ions by alkaloids extraction from green peel of *Juglans mandshurica*

样品	溶液浓度 Concentration/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)					
Sample	0.003	0.010	0.017	0.023	0.030	0.033
总生物碱 Alkaloids	1.2	12.0	26.0	32.3	50.7	59.2
苯甲酸 Benzoic acid	0.5	1.5	5.1	7.0	12.8	16.5
抗坏血酸 Ascorbic acid	5.8	24.8	57.9	68.5	69.4	71.3

2.3.3 核桃楸外果皮总生物碱提取物对超氧阴离子的清除作用 由表5可知,总生物碱提取物对超氧阴离子的清除率随着溶液浓度的增大而增加,且在相同浓度条件下的清除率远大于苯甲酸,略小于抗坏血酸。对超氧阴离子的清除作用在浓度为 $0.003 \sim 0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 内呈线性关系,线性回归方程为 $y=16.735x-0.073$, $R^2=0.981$ 。由线性回归方程可得,核桃楸外果皮总生物碱提取物对超氧阴离子的 IC_{50} 为 $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

表5 核桃楸外果皮总生物碱提取物对超氧阴离子(O_2^-)的清除作用

Table 5 Scavenging effect of superoxide anion by alkaloids extraction from green peel of *Juglans mandshurica*

样品	溶液浓度 Concentration/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)					
Sample	0.003	0.010	0.017	0.023	0.030	0.033
总生物碱 Alkaloids	1.1	6.9	19.8	28.4	43.0	50.7
苯甲酸 Benzoic acid	0.6	3.7	5.3	9.6	11.3	13.1
抗坏血酸 Ascorbic acid	1.2	8.8	20.1	44.0	52.7	63.1

2.3.4 核桃楸外果皮总生物碱提取物的抗氧化性比较 由图1可知,核桃楸外果皮的总生物碱提取物对3种自由基均有明显的清除作用,对羟基自由基及亚硝酸根离子的清除能力相近,对超氧阴离子的清除作用弱于其它2种自由基。对比3种自由基的 IC_{50} 可知, $\text{IC}_{50}(\text{O}_2^-) > \text{IC}_{50}(\cdot\text{OH}) > \text{IC}_{50}(\text{NO}_2^-)$, IC_{50} 值越小,说明对该自由基的清除作用越强,因此核桃楸外果皮总生物碱提取物对亚硝酸根离子的清除作用优于对羟基自由基,也优于超氧阴离子。

2.4 核桃楸外果皮总生物碱提取物的抑菌结果

核桃楸外果皮总生物碱提取物对木材褐腐菌密粘褶菌(*Gloeophyllum trabeum*)和白腐菌彩绒革盖菌(*Coriolus versicolor*)的抑制结果如表6所示。核桃楸外果皮总生物碱提取物对密粘褶菌和彩绒革盖菌

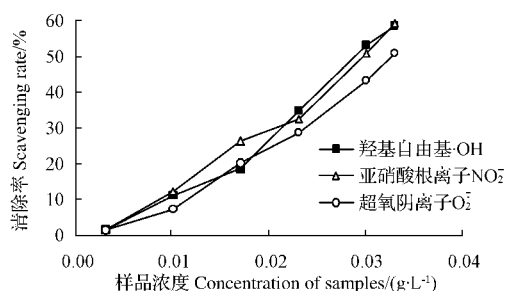


图1 核桃楸外果皮总生物碱提取物对3种自由基的清除作用

Fig. 1 Scavenging effect of total alkaloids of green peel of *Juglans mandshurica* on three free radicals

的生长均存在抑制作用,在试验所用浓度范围内,总生物碱提取物浓度为 $0.030 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时对密粘褶菌存在抑制作用,浓度为 $0.033 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时对彩绒革盖菌存在抑制作用。对比可知,同等浓度条件下核桃楸外果皮总生物碱提取物对密粘褶菌的抑制情况优于彩绒革盖菌,浓度较低时对2种菌的生长均没有抑制作用。

生物碱类物质种类繁多,其抑菌活性根据生物碱的种类不同而不同。小檗碱类生物碱作为常见的生物碱类化合物,属于异喹啉衍生物^[9]。小檗碱类生物碱不仅对细菌有较强的抑菌作用,如常见的金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、链球菌等,与唑类药物协同作用还能有效抑制真菌的生长。对不同的菌种、菌类有不同的抑菌机理,大致分为对DNA复制、RNA转录、蛋白质表达、相关酶的活性抑制等^[16]。初步推测该试验所用核桃楸总生物碱提取物抑制了菌种体内必需的某种生物大分子的生成,进而干扰其正常代谢及繁殖,从而实现了抑制其生长的目的,详细的抑菌机理还有待进一步的探索研究。

表6 核桃楸外果皮总生物碱提取物抑菌结果

Table 6 Results of bacteriostasis by alkaloids from green peel of *Juglans mandshurica*

菌种	溶液浓度 Concentration/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)					
Fungus	0.003	0.010	0.017	0.023	0.030	0.033
密粘褶菌	—	—	—	—	+	+
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	—	—	—	—	—	+
彩绒革盖菌	—	—	—	—	—	+
<i>Coriolus versicolor</i>	—	—	—	—	—	+

注:“+”表示该浓度下具有抑菌性,“—”表示该浓度下没有抑菌性。

Note: “+” indicates that there is antimicrobial resistance in this concentration, “—” indicates there is no antimicrobial resistance.

3 结论与讨论

核桃楸外果皮总生物碱提取的正交实验结果表

明,对核桃楸外果皮的总生物碱提取影响最大的因素是液料比,其次是乙醇体积分数、超声时间、超声温度。最优提取条件:液料比为 1:10 g·L⁻¹、乙醇体积分数为 80%、超声温度为 40℃,超声时间为 40 min。抗氧化试验结果表明,核桃楸外果皮的总生物碱提取物对 3 种自由基均有明显的清除作用,IC₅₀ 值分别为 0.030 (·OH)、0.029 (NO₂⁻)、0.033 g·L⁻¹ (O₂⁻),对 3 种自由基的清除作用的强弱顺序为亚硝酸根离子>羟基自由基>超氧阴离子。核桃楸外果皮的总生物碱提取物对常见的 3 种的清除作用在较低浓度下依然存在,说明核桃楸外果皮是较理想的天然产物抗氧化剂。抑菌试验结果表明,核桃楸外果皮的总生物碱提取物对密粘褶菌和彩绒革盖菌的生长均存在抑制作用,且相同浓度条件下对密粘褶菌的抑制作用大于对彩绒革盖菌的抑制作用。桃楸外果皮中含有丰富的活性物质,提取方法简单有效,在化妆品行业及食品工业方面有较好的应用前景,更多应用价值有待于进一步的开发利用。

参考文献

- [1] 朱红波,赵云,林士杰,等.核桃楸资源研究进展[J].中国农业通报,2011,27(25):1-4.
- [2] 孙墨珑.核桃楸化学成分及生物活性研究进展[J].东北林业大学学报,2004,32(3):85-86.
- [3] 王宏歌,孙墨珑.核桃楸外果皮挥发性成分的 GC-MS 分析及其抑菌活性[J].江苏农业科学,2013,41(3):272-274.
- [4] 孙墨珑,宋湛谦,方桂珍.核桃楸总黄酮及胡桃醌含量测定[J].

林产化学与工业,2006,26(2):93-95.

- [5] 管志惠,高艳梅,孙墨珑.核桃楸单宁提取及其抗氧化性[J].植物研究,2015,35(3):431-435.
- [6] SUN M L, WANG Y M, SONG Z Q, et al. Insecticidal activities and active components of the alcohol extract from green peel of *Juglans mandshurica*[J]. Journal of Forestry Research, 2007, 18(1):62-64.
- [7] LI Z B, BAO Y M, CHEN H B, et al. A cytotoxic compound from the leaves of *Juglans mandshurica*[J]. Chinese Chemical Letters, 2007, 18(7):846-848.
- [8] LIU L J, LI W, TATSUNORI S, et al. Juglanone, a novel α -tetralonyl derivative with potent antioxidant activity from *Juglans mandshurica*[J]. Journal of Natural Medicines, 2010, 64(4):496-499.
- [9] 周贤春,何春霞,苏力坦·阿巴白克力.生物碱的研究进展[J].生物技术通讯,2006,17(3):476-479.
- [10] 李杨,左国营.生物碱类化合物抗菌活性研究进展[J].中草药,2010,41(6):1006-1014.
- [11] 潘琳琳,孙墨珑.兴安杜鹃叶总生物碱提取及其生物活性[J].福建农业学报,2016,31(3):255-259.
- [12] BEZERRA D P, CASTRO F O, ALVES A, et al. *In vivo* growth-inhibition of sarcoma 180 by piplartine and piperine, two alkaloid amides from *Piper*[J]. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 2006, 39(6):801-807.
- [13] 曾常青,罗北亮.酸性染料比色法测定钩藤的总生物碱含量[J].中药材,2007,30(8):1021-1024.
- [14] 贾长虹,常丽新,李月,等.月季黄铜对自由基和亚硝酸盐的清除作用研究[J].食品工业科技,2010,31(9):104-106.
- [15] 刘冬梅,李理,杨晓泉,等.用牛津杯法测定益生菌的抑菌活力[J].食品研究与开发,2006,27(3):110-111.
- [16] 钟慈平,蹇宇,舒畅,等.小檗碱及其衍生物抑菌作用研究进展[J].食品科学,2013,34(7):321-325.

Extraction and Antioxidant Activity of Alkaloid From Green Peel of *Juglans mandshurica* Maxim.

LI Ling, WANG Tianmiao, SUN Molong

(College of Science, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract: Green peel of *Juglans mandshurica* was used as raw material, the optimal extraction method of the total alkaloid, and its antioxidant and antibacterial properties was studied by ultrasonic assisted and ultraviolet spectrophotometry in order to supply reference for using alkaloids of green peel of *Juglans mandshurica*. The results showed that the optimum extraction conditions generated by orthogonal tests were as follows, volume fraction of ethanol of 80%, solid-liquid ratio of 1:10 g·mL⁻¹, ultrasonic temperature of 40℃, and ultrasonic time of 40 minutes. In addition, the antioxidant tests showed that the total alkaloids of green peel of *Juglans mandshurica* had scavenging effect on hydroxyl radicals, nitrite ions and superoxide anion. The IC₅₀ values calculated by linear-regression analysis were 0.030 g·L⁻¹ (·OH), 0.029 g·L⁻¹ (NO₂⁻), and 0.033 g·L⁻¹ (O₂⁻). The results of antibacterial tests showed that total alkaloids could control the growth of wood-rotting fungi of both *Gloeophyllum trabeum* and *Coriolus versicolor*.

Keywords: *Juglans mandshurica* Maxim.; green peel; alkaloids; antioxidant; antibacterial