

文章编号:1001-6880(2016)12-1947-05

沙棘 Vp 对辐射损伤小鼠的保护及免疫功能作用研究

杨 芳^{1,2,3},索有瑞^{1,2*},胡 娜¹¹中国科学院西北高原生物研究所藏药重点实验室; ²青海大学,西宁 810001; ³中国科学院大学,北京 100049

摘要:本文探讨了沙棘 Vp 对 X 射线辐射损伤小鼠的保护作用。将 150 只昆明种小白鼠分为正常对照组、阳性对照组、辐射对照组、沙棘 Vp 高、中、低剂量组,雌雄各半,除了正常对照组外,其余各组小鼠接受 5Gy 的 X 射线一次性的全身均匀照射。检查各小组小鼠外周血中红细胞数、白细胞数、血小板数,测定超氧化物歧化酶的活力,丙二醛水平,小鼠单核巨噬细胞吞噬功能,小鼠血清溶血素生成能力,计算胸腺和脾脏的脏器指数。结果显示沙棘 Vp 对辐射后的小鼠血象有明显回升($P < 0.05$),超氧化物歧化酶的活力显著增强($P < 0.05$),丙二醛水平下降($P < 0.05$),胸腺和脾脏的脏器指数升高($P < 0.05$),并且显著提高小鼠血清溶血素生成能力,增强小鼠单核巨噬细胞吞噬功能。本研究说明,沙棘 Vp 对 X 射线辐射损伤小鼠具有一定的增强免疫及保护作用。

关键词:沙棘 Vp;X 射线;抗辐射;免疫功能

中图分类号:R284.2

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2016.12.017

Protective and Immunoregulation Effects of Sea Buckthorn Vp on Mice Injured by X-ray Radiation

YANG Fang^{1,2,3}, SUO You-rui^{1,2*}, HU Na¹¹Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences;²Qinghai University, Xining 810001, China; ³University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: This study was aimed to explore the protective and immunoregulation effects of sea buckthorn Vp on mice injured by X-ray radiation. 150 mice were randomly divided into 6 groups as follows: normal control group (NC), model control group (MC), positive control group (PC), Vp low-dosage group (7 mg/kg, was equal of 1g herbs), Vp medium dosage group (14 mg/kg), Vp high-dosage group (28 mg/kg). In addition to the positive control group, the other groups of mice received a one-time X-ray body of uniform illumination 5Gy. The number of red blood cells, white blood cell count, platelet count in peripheral blood of mice were then determined. The SOD and MDA activity were also determined. The indexes of thymus and spleen were calculated. It was showed that sea buckthorn Vp can significantly increase quantity of hemogram ($P < 0.05$), activity of liver SOD ($P < 0.05$), thymus index and spleen index ($P < 0.05$), and decrease levels of MDA in liver ($P < 0.05$). In conclusion, sea buckthorn Vp had significant anti-oxidant and immunoregulation effect on mice injured by X-ray radiation.

Key words: sea buckthorn Vp; X-ray; anti-radiation; immune function

随着现代核技术广泛应用于军事、科技、医疗和生产中,人们与各种射线接触的机会日益增多,遭受辐射损伤的可能性也越来越大。辐射对人体的损伤主要体现在免疫系统、造血系统^[1]。李飒等^[2]综述了茶多酚、黄酮类、多糖等抗氧化类辐射防护剂的特性、抗辐射效果。长期以来一直是从事辐射防护研究人员和相关预防医学工作者急于解决的重要课题。价格昂贵的造血因子、细胞因子及各种含-SH

基的化合物往往是人们的首选对象,但它们在此方面的疗效还未被认可^[3]。天然产物含有许多具有免疫调节、抗氧化和清除自由基等作用的化学成分,可减缓辐射对人体的损伤,且具有毒副作用小的优点,已成为辐射防护药物研究的热点。许多药食两用的植物中含有大量的活性天然产物,是开发健康安全的抗辐射功能食品及保健品的重要途径。

沙棘(*Hippophae rhamnoides* L.)为胡颓子科沙棘属沙棘亚种,落叶灌木或乔木,分布于亚洲和欧洲,也是一种重要的中藏药。沙棘果实具有止咳化痰、健胃消食、改善血管微循环的效果。沙棘具有多种

活性成分,包括维生素、黄酮类、挥发油类、原花青素类等^[4,5]。维生素 P 是一类生物类黄酮,具有良好的生物活性,如心血管保护功能等,广泛存在于各种果蔬和野生浆果中。沙棘中含有大量沙棘 Vp,具有免疫促进作用、抗氧化损伤效果及抗脂质过氧化作用,但是沙棘 Vp 的抗辐射作用还未经药理实验证实,为此本实验拟对精制的高纯度沙棘 Vp 的抗辐射作用予以探索,为进一步研究具有抗辐射作用药物提供实验依据,同时为开发高原特色浆果沙棘提供更为广阔的空间。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 实验动物

清洁级昆明种小鼠 150 只,雌雄各半,体重(25 ± 2) g,购自兰州大学实验中心,动物合格证号:SCXK(甘)2015-0004。

1.1.2 仪器及试剂

沙棘,采自青海省黄南藏族自治州,经中国科学院西北高原生物研究所索有瑞研究员鉴定为中国沙棘;氨磷汀(批号:130306,天津中瑞药业股份有限公司)大孔吸附树脂;超氧化物歧化酶(SOD,批号:20140414);丙二醛(MDA,批号:20140412);总蛋白定量 BCA 法(批号:20140508)(南京建成);无水乙醇(天津百世化工有限公司)。EYELAN1100 旋转蒸发仪,梅特勒 MS105 型电子天平,医用电子直线加速器(青海大学医学院附属医院),RT-2100C 酶标仪(深圳雷杜生命科学股份有限公司)、BC-2300 全自动血细胞分析仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司),UV-2550 型紫外分光光度仪(美国 LabTech 公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 沙棘生物类黄酮(沙棘 Vp)的制备

新鲜沙棘果,打汁,将 5 kg 沙棘果汁冷冻干燥,得 2 kg 干燥果粉,用 70% 乙醇以料液比 1:3,在 60 °C 提取 3 次,每次 2 h,浓缩滤液得到 1 kg,将所得浸膏溶解于蒸馏水中,用 D101 大孔吸附树脂进行分离,60% ~ 80% 的乙醇进行洗脱,最后得到精制沙棘 Vp 35 g,通过紫外分光光度计测定总黄酮含量。

1.2.2 实验动物造模及给药

实验前先将购买的 150 只小鼠,正常饲养适应一周,再雌雄各半随机分成 6 组,分别为正常对照组、辐射对照组、阳性对照组、沙棘 Vp 高、中、低剂量组。正常对照组和辐射对照组小鼠分别灌胃(ig)相同体积的生理盐水;沙棘 Vp 高剂量组为 28 g/kg · BW、中剂量组 14 g/kg · BW、低剂量组 7 g/kg · BW,连续灌胃 14 d;阳性对照组小鼠于照射前 30 min 腹腔注射 150 mg/kg 的氨磷汀溶液。将每只小鼠单独放在自制模具中,用电子直线加速器 X-Ray 全身一次性照射,照射剂量 5 Gy,吸收剂量率 300 cGy/min,照射时间 100 s,视野 40 × 40 cm,源皮距 100 cm。

1.2.3 外周血象以及相关指标测定

在照射后的第 5 d,将 6 组小鼠(每组 8 只)摘眼球取血于有抗凝剂的 10 mL 离心管中,及时加入稀释液,用 BC-2300 全自动血细胞分析仪进行自动检测,并立即解剖取肝脏、胸腺、脾脏,除去血渍,滤纸吸干,用分析天平称重。精密称取 0.3 g 肝组织,电动玻璃匀浆机制备 10% 的匀浆,2000 rpm 离心 10 min,取上清夜,SOD、MDA 和总蛋白检测参照试剂盒说明书。按下列公式计算脏器指数。

1.2.4 对单核巨噬细胞吞噬功能的影响

照射后第 5 d,用 1:4 稀释的印度墨汁对 6 组小鼠进行尾静脉注射(0.1 mL/10 gBW),每组 8 只,注射后立即计时,间隔 2 min 和 10 min 分别从内眦静脉丛取血 20 μL 并将其加到 2 mL 0.1% Na₂CO₃ 溶液中,在分光光度计上于 600 nm 处测定吸光度,用 Na₂CO₃ 溶液做空白对照。并将小鼠处死,测定各组小鼠对炭粒的吞噬指数 K 及吞噬系数 a^[6,7]。

1.2.5 对小鼠血清溶血素的影响

在照射后的第 5 d,将 6 组小鼠(每组 8 只)腹腔注射 20% 的 SRBC 悬液 0.2 mL,每天 1 次,连续 3 d,空白对照组腹腔注射同体积生理盐水。免疫 3 d 后,于末次给药 1.5 h,摘除眼球取血,分离血清,并用生理盐水 1:250 稀释,在该血清中加入 10% SRBC 悬液和 1:10 稀释的豚鼠血清(补体),37 °C 水浴中保温 10 min,冰浴终止反应,离心,取上清液加都氏试剂,540 nm 比色测定吸光值。另取上述半量 SRBC 悬液,加都氏试剂,540 nm 比色,该吸收度即为 SRBC 半数溶血时吸收度值。按下列公式计算样品的半数溶血值(HC₅₀)^[8]。

1.2.6 统计学分析

采用 SPSS19.0 软件对数据进行统计分析处理,计量资料用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)描述。多组比较采用单因素 ANOVA 方差分析,组间两两比较采用 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 实验结果

2.1 沙棘 Vp 总黄酮含量测定

2.1.1 标准品处理

称取芦丁 1.98 mg, 甲醇溶解并定容于 10 mL 的容量瓶中, 从中吸取 5 mL, 置于 25 mL 的容量瓶中定容, 然后准确吸取 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL 与 6.0 mL 分别置于 10 mL 的容量瓶中, 加入 5% 的 AlCl_3 甲醇溶液 1 mL 定容至 10 mL, 混匀备用。

2.1.2 样品处理

取沙棘 Vp 10 mg, 用甲醇溶解, 定溶于 10 mL 的容量瓶中, 精密量取 2.0 mL 置于 25 mL 的容量瓶中, 加入 5% 的 AlCl_3 甲醇溶液 1 mL 定容, 混匀至

10 mL 备用。

2.1.3 标准曲线的制作

将标准品依次在 270 nm 处测定吸光度, 以吸光度为纵坐标, 标准品浓度为横坐标, 绘制标准曲线, 并求回归方程为 $Y = 0.0504X + 0.0723$, $R^2 = 0.9998$, 测得最终的沙棘 Vp 中总黄酮含量为 89.98 $\pm 0.032\%$ 。

2.2 沙棘 Vp 对 X 射线辐射小鼠外周血象的影响

沙棘 Vp 各剂量组对 X 射线辐射小鼠的外周血象的影响见表 1。如表 1 所示, 沙棘 Vp 各剂量组小鼠的红细胞数、白细胞数和血小板数均高于模型组 ($P < 0.05$), 其中中剂量效果最好 ($P < 0.05$), 各剂量组效果弱于阳性药物组 ($P < 0.05$)。

表 1 沙棘 Vp 对辐射小鼠外周血象的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 8$)

Table 1 Effect of sea buckthorn Vp on hemogram of mice injured by X-ray radiation ($\bar{x} \pm s, n = 8$)

组别 Groups	红细胞($10^{12}/\text{L}$) Erythrocyte	白细胞($10^9/\text{L}$) White corpuscle	血小板($10^9/\text{L}$) Platelets
正常对照组 Normal group	6.06 ± 1.08	4.13 ± 0.68	496.54 ± 23.47
模型对照组 Modal group	3.03 ± 0.68	0.89 ± 0.30	327.03 ± 31.48
阳性对照组 Positive group	5.78 ± 1.12	3.39 ± 0.57	446.15 ± 21.54
Vp 高剂量组 Vp high dosage	$3.85 \pm 0.48 * \Delta$	$1.19 \pm 0.44 * \Delta$	$384.87 \pm 22.77 * \Delta$
Vp 中剂量组 Vp middle dosage	$5.27 \pm 1.19 * \Delta \Delta$	$3.08 \pm 0.47 * \Delta \Delta$	$433.54 \pm 12.61 * \Delta \Delta$
Vp 低剂量组 Vp low dosage	$4.32 \pm 1.14 * \Delta$	$2.16 \pm 0.47 * \Delta$	$403.29 \pm 10.17 * \Delta$

注: 与模型组比较, $* P < 0.05$; 与中剂量组比较, $\Delta P < 0.05$; 与阳性对照组比较, $\Delta \Delta P < 0.05$ 。

Note: $* P < 0.05$ vs model group; $\Delta P < 0.05$ vs PC group; $\Delta \Delta P < 0.05$ vs model group.

2.3 沙棘 Vp 对 X 线辐射小鼠 SOD 活力和 MDA 含量的影响

沙棘 Vp 各剂量组对 X 射线辐射小鼠的肝脏 SOD 和 MDA 的影响见表 2。结果显示, 沙棘 Vp 各剂量组均可以显著提高辐射小鼠 SOD 的活力 ($P < 0.05$), 减少 MDA 的含量 ($P < 0.05$) 且效果优于阳性药物; 其中中剂量组的效果要略好于高低剂量组

($P < 0.05$)。

2.4 沙棘 Vp 对 X 线辐射小鼠免疫脏器指数的影响

沙棘 Vp 对 X 射线辐射小鼠免疫脏器指数的影响见表 3; 如表所示, 沙棘 Vp 各剂量组对 X 射线辐射小鼠的胸腺和脾脏指数都有一定的影响, 沙棘 Vp 高、中、低剂量组的胸腺指数和脾脏指数均高于模型

表 2 沙棘果粉生物类黄酮对 X 线辐射小鼠 SOD 活力和 MDA 含量的影响 ($\bar{x} \pm s, n = 8$)

Table 2 Effect of sea buckthorn Vp on liver SOD and MDA of mice injured by X-ray radiation ($\bar{x} \pm s, n = 8$)

组别 Groups	SOD (U/mgprot)	MDA (nmol/mgprot)
正常对照组 Normal group	0.34 ± 0.09	0.61 ± 0.16
模型对照组 Modal group	0.16 ± 0.13	3.19 ± 0.23
阳性对照组 Positive group	0.19 ± 0.03	2.46 ± 0.26
Vp 高剂量组 Vp high dosage	$0.36 \pm 0.11 * \Delta \Delta$	$2.12 \pm 0.18 * \Delta \Delta$
Vp 中剂量组 Vp middle dosage	$0.46 \pm 0.08 * \Delta \Delta$	$1.46 \pm 0.25 * \Delta \Delta$
Vp 低剂量组 Vp low dosage	$0.39 \pm 0.06 * \Delta \Delta$	$1.95 \pm 0.33 * \Delta \Delta$

注: 与模型组比较, $* P < 0.05$; 与中剂量组比较, $\Delta P < 0.05$; 与阳性对照组比较, $\Delta \Delta P < 0.05$ 。

Note: $* P < 0.05$ vs model group; $\Delta P < 0.05$ vs PC group; $\Delta \Delta P < 0.05$ vs model group.

组($P < 0.05$)，各剂量组中中剂量效果最好，最接近正常对照组($P < 0.05$)，但不如阳性药物($P <$

0.05)，见表3。

表3 沙棘Vp对X线辐射免疫脏器指数的影响($\bar{x} \pm s, n=8$)

Table 3 Effect of sea buckthorn Vp on organ index of mice injured by X-ray radiation ($\bar{x} \pm s, n=8$)

组别 Groups	胸腺指数 Thymus index (mg/g)	脾脏指数 Spleen index (mg/g)
正常对照组 Normal group	2.12 ± 0.34	2.72 ± 0.18
模型对照组 Modal group	1.19 ± 0.24	1.59 ± 0.11
阳性对照组 Positive group	1.83 ± 0.21	2.12 ± 0.14
Vp高剂量组 Vp high dosage	$1.49 \pm 0.17^* \Delta$	$1.62 \pm 0.12^* \Delta$
Vp中剂量组 Vp middle dosage	$1.62 \pm 0.13^* \Delta\Delta$	$1.88 \pm 0.09^* \Delta\Delta$
Vp低剂量组 Vp low dosage	$1.43 \pm 0.18^* \Delta$	$1.75 \pm 0.13^* \Delta$

注：与模型组比较， $^* P < 0.05$ ；与中剂量组比较， $\Delta P < 0.05$ ；与阳性对照组比较， $\Delta\Delta P < 0.05$ 。

Note: $^* P < 0.05$ vs model group; $\Delta P < 0.05$ vs PC group; $^* P < 0.05$ vs model group.

2.5 沙棘Vp对单核巨噬细胞吞噬功能的影响

模型组小鼠炭粒廓清能力比空白对照组显著下降，廓清指数K值极显著降低($P < 0.001$)；吞噬指数 α 值也明显降低($P < 0.01$)，说明模型建立成功。沙棘Vp低、中剂量能使X射线照射导致的免疫力

低下小鼠的碳粒吞噬指数K值显著提高；沙棘Vp中剂量能使X射线照射诱导的免疫力低下小鼠的碳粒吞噬系数(校正吞噬指数) α 值明显升高($P < 0.05$)。测定结果如表4。由此可见，沙棘Vp具有提高免疫低下小鼠的非特异性免疫功能。

表4 沙棘VP对小鼠单核巨噬细胞吞噬功能的影响($\bar{x} \pm s, n=8$)

Table 4 Effect of sea buckthorn Vp on monocyte-macrophages phagocytosis function of mice ($\bar{x} \pm s, n=8$)

组别 Groups	K值 K value	α 值 α value
正常对照组 Normal group	0.0332 ± 0.0488	6.69 ± 0.34
模型对照组 Modal group	$0.0182 \pm 0.0068^* \Delta\Delta\Delta$	$5.36 \pm 0.60^* \Delta\Delta$
阳性对照组 Positive group	$0.0298 \pm 0.0633^*$	5.81 ± 0.94
Vp高剂量组 Vp high dosage	$0.0268 \pm 0.0718^*$	5.79 ± 0.94
Vp中剂量组 Vp middle dosage	$0.0266 \pm 0.0107^*$	$5.81 \pm 0.55^*$
Vp低剂量组 Vp low dosage	0.0245 ± 0.0093	5.72 ± 0.51

注：与对照组相比， $\Delta\Delta P < 0.01$ ， $\Delta\Delta\Delta P < 0.001$ ；与模型组相比， $^* P < 0.05$ 。

Note: $\Delta\Delta P < 0.01$ ， $\Delta\Delta\Delta P < 0.001$ vs control group; $^* P < 0.05$ vs model group.

2.6 对小鼠血清溶血素的影响

实验结果见表5，结果表明X射线照射可造成小鼠溶血素水平极度下降，形成免疫抑制模型，与空白对照组相比 $P < 0.001$ ，沙棘Vp各剂量组对X射线照射所致小鼠血清溶血素水平的低下，都具有极为显著的拮抗作用($P < 0.01$ 、 $P < 0.001$)，其中中剂量组(0.35 g/kg)的作用最明显。

辐射小鼠血液红细胞、白细胞和血小板的数量，说明沙棘Vp对造血系统有一定的保护作用。其次，自由基是机体生命活动中各种生化反应的中间产物，过多的自由基会使细胞膜上的脂质过氧化，破坏细胞膜的脂质双分子层，还会损伤DNA和蛋白质^[9]。机体受辐射后，会产生大量的自由基，脂质过氧化反应产物之一的MDA会损伤组织细胞膜结构，影响细胞膜的正常功能，从而导致机体组织细胞功能的损伤^[10,11]。SOD是细胞内一种重要的抗氧化物，其活性的高低间接地反映机体清除氧自由基的能力^[12]。提高SOD活力，降低MDA的含量可提高机体内抗氧化剂谷胱甘肽水平而提高谷胱甘肽过氧化物酶活力^[12]。本研究结果表明，沙棘Vp可显著

3 讨论

X射线辐射会对机体的造血系统产生影响，射线作用于骨髓造血干细胞，使得细胞增值能力下降，造血功能受阻，最直接的表现为外周血象降低；本实验的结果显示：沙棘Vp高、中、低剂量组增加了受

表 5 沙棘 Vp 对小鼠血清溶血素的影响

Table 5 Effect of sea buckthorn Vp on serum hemolysin in mice

组别 Groups	半数溶血值 Serum hemolysin
正常对照组 Normal group	93.61 ± 22.34
模型对照组 Modal group	17.46 ± 3.36 △△△
阳性对照组 Positive group	36.27 ± 4.16 * *
Vp 高剂量组 Vp high dosage	26.27 ± 3.23 * *
Vp 中剂量组 Vp middle dosage	28.73 ± 2.86 * * *
Vp 低剂量组 Vp low dosage	23.24 ± 2.42 * *

注:与对照组相比,△△△ $P < 0.001$;与模型组相比 ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

Note: △△△ $P < 0.001$ vs control group; ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$ vs model group

提升辐射小鼠 SOD 的活力、降低 MDA 的含量,以此,由此可见沙棘抗辐射作用于其抗氧化能力有一定的内在联系。胸腺和脾脏是机体两个重要的免疫器官,因此动物实验中脾脏指数和胸腺指数广泛被用来作为免疫功能指标进行检测。从实验数据可知:沙棘 Vp 高中低剂量组的胸腺指数和脾脏指数均高于模型组且中剂量效果最好,提示沙棘 Vp 能够保护胸腺和脾脏,也就是说,沙棘 Vp 对免疫系统有保护一定的作用。另外,对单核巨噬细胞吞噬功能的影响研究和对小鼠血清溶血素的影响研究也提示,沙棘 Vp 有提高辐射小鼠免疫功能的作用,从而进一步保护辐射小鼠形成免疫抑制等现象。

综上所述,沙棘 Vp 对 X 线辐射小鼠的造血系统有一定保护作用,能保护辐射小鼠的内脏器官,提高机体免疫力。本研究为沙棘多方面的应用创造条件,为今后的抗辐射功能产品的研发提供了实验依据。

参考文献

- Wang QB(王庆宾), Han T(韩婷), Sun LN(孙莲娜), et al. Progress on anti-radiation natural medicines. *J Pharm Pract*(药学实践杂志), 2012, 30:171-177.
- Li S(李飒), Huang RQ(黄荣清), Yang JY(杨建云), et al. Progress in antioxidant radiation protective agents study. *Sci Technol Eng*(科学技术与工程), 2011, 33:8271-8274.
- Zhao L(赵璐), Wang Y(王寅), Wang Y(汪滢), et al. Advance in research on radio protective effects of natural active components. *Pharm Care Res*(药学服务与研究), 2012, 32(12):86-89.
- Zhang JK(张吉科), Ling MZ(林美珍). Retrospect and prospect of pharmacological research on sea buckthorn. *Glob al Seabuckthorn Res*(国际沙棘开发与研究), 2004, 2:35-40.
- Peng Y(彭游), Tang M(汤明), Hu XM(胡小铭), et al. Advances in extraction of flavonoids in seabuckthorn. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2012, 24:562-567.
- Wang YH(王宇华). Effects of Shen Yu Bao Jian Jiu on immune function of mice. *Strait Pharm J*(海峡药学), 2006, 18(6):38-40.
- Chen Q(陈奇). 中药药理研究方法学. Beijing: People's Medical Publishing House, 1993. 757-759.
- Ding CX(丁晨旭), Suo YR(索有瑞), Li YL(李玉林), et al. Study on immunoregulation functional of *Nitraria tangutorum* Bobr. soft capsule. *Chin Tradit Patent Med*(中成药), 2008, 30:125-128.
- Wang CD(王崇道), Qiang YZ(强亦忠). study on eliminate free radical damage on body caused by ionizing radiation. *Chin J Radiol Med Prot*(中华放射医学与防护杂志), 2002, 22:461-463.
- Liu L(刘丽), Jing H(金宏), Wang XY(王先远), et al. Effect of soybean isoflavones on anti-oxidation in radiated mice. *J Prev Med Chin PLA*(解放军预防医学杂志), 2005, 23(1):4-7.
- Sun YX(孙煜煊), Chang JB(常建波), Kong SC(孔石莼), et al. Preliminary study on the antioxidation of polysaccharides from *Ulva pertusa*. *Mod Agric Sci*(现代农业学), 2009, 16(4):6-8.
- Wang Z(王舟), Zeng LF(曾令福), Xiao YM(肖元梅), et al. Protective effects of green tea on mice with the irradiating damage induced by Gamma-ray. *J Sichuan Univ*(四川大学学报), 2003, 34:303-305.
- Liu X(刘昕), Pan XB(潘兴斌), Wang MT(王萌棠), et al. A experimental investigation about *Sibiraea angustata* influence upon the ability of antioxidation and immune organs in mice. *J Lanzhou Med Coll*(兰州医学院学报), 1994, 20: 143-145.