

黑加仑花色苷抗禽白血病 A 亚群病毒作用

雷用东^{1,2}, 王丹¹, 童军茂², 张莉¹, 马越¹, 张超¹, 赵晓燕^{*1}

(1. 北京市农林科学院 蔬菜研究中心, 北京 100097; 2. 石河子大学 食品学院, 新疆 石河子 832003)

摘要: 研究了黑加仑花色苷(Anthocyanin from Blackcurrant, ACB)对禽白血病 A 亚群病毒(Avian leukosis virus subgroup A, ALV-A)的抑制作用。作者以 ACB 粉为原料,采用高效液相色谱仪与质谱仪联机(HPLC-MS)的方法鉴定了其活性成分,随后采用体外实验,应用 MTT 法和观察细胞形态法检测了 ACB 对鸡成纤维细胞系(DF1)的细胞毒性的影响,建立细胞模型,研究加入 ACB 后对 ALV-A 的预防和治疗作用。结果表明:ACB 主要含飞燕草色素-3-鼠李糖苷-5-葡萄糖苷和矢车菊色素-3-鼠李糖苷-5-葡萄糖苷两种组分;ACB 对 DF1 无细胞毒性的质量浓度为 10 $\mu\text{g/mL}$;基于 ACB 的预防和治疗实验,ACB 可明显抑制 ALV-A 的增殖,具有良好的剂量-效应关系,因此 ACB 具有一定的体外抗 ALV-A 作用。

关键词: 黑加仑花色苷;鸡成纤维细胞系;禽白血病病毒 A 亚群;MTT 法

中图分类号: TS 201.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2013)08—0821—07

Study on Anti-Avian Leukosis Virus Subgroup A Activity of Anthocyanin from A Blackcurrant

LEI Yong-dong^{1,2}, WANG Dan¹, TONG Jun-mao², ZHANG Li¹,
MA Yue², ZHANG Chao¹, ZHAO Xiao-yan^{*1}

(1. Vegetable Research Center, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Science, Beijing 100097, China;

2. College of Food, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Abstract: Inhibitory action of anthocyanin from blackcurrant (ACB) to avian leukosis virus subgroup A (ALV-A) were studied. ACB powder was chosen as the raw material and its anthocyanins structure was identified by HPLC-MS. The morphology feature and survival rate of cells treated with anthocyanin were determined by using MTT method and microscope. Furthermore, establishing the cell model of anthocyanins inhibiting ALV-A which infecting in DF-1 cells, and then researched ACB's prevention and treatment roles on the cells which infected with ALV-A. The results showed that ACB contained two main components as delphinidin-3-rhamnoside-5-glucoside and cyaniding-3-rhamnoside-5-glucoside. The cells grew well that treated with anthocyanin under the concentration of 10 $\mu\text{g/mL}$. There was a significantly inhibitory effect on restraining the proliferation of ALV-A after treating with anthocyanins. It was concluded that ACB

收稿日期: 2012-10-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(30972048);北京市自然科学基金重点项目(6111001)。

* 通讯作者: 赵晓燕(1969—),女,黑龙江大庆人,工学博士,研究员,硕士研究生导师,主要从事农产品加工方面的研究。

E-mail: xiaoyanzhao001@yahoo.com.cn

had an inhibitory effect on ALV-A in vitro.

Keywords: anthocyanins from Blackcurrant, DF1 cell, ALV-A, MTT assay

黑加仑(Blackcurrant),拉丁名 *Ribes nigrum* L., 学名黑穗醋栗,在我国东部地区广泛种植^[1]。研究发现,黑加仑花色苷提取物(Anthocyanins from Blackcurrant, ACB)具有抑制肝细胞癌^[2],清除自由基和抑制胃癌细胞增殖^[3],减少动脉粥样硬化血栓的形成,抗炎症^[4]和抗疲劳作用^[5]等功能。禽白血病是由禽白血病病毒(Avian leukosis virus, ALV)引起的以造血细胞恶性增生为主的一类传染病。目前ALV分为A~J 10个亚群,A、B、C、D为外源性病毒,E为内源性病毒^[6]。近年来,在我国不同规模的养鸡场中,由鸡群中经典外源性ALV-A感染而引起的恶性肿瘤的病例显著上升,已给养殖业造成了很大经济损失^[7]。因此,作者在结合国内外对ACB的抗癌功能研究的基础上,采用细胞模型,通过ACB对ALV-A诱导的DF1细胞形态学变化及细胞存活情况的影响,在体外开展其抗病毒活性的研究。本研究结果为ACB预防ALV-A病毒药物的开发提供理论依据,并为人类预防白血病病毒提供新思路。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

黑加仑花色苷粉:购自北京绿色金可生物技术股份有限公司;DF1细胞、ALV-A病毒:由北京市农林科学院畜牧所提供;高糖DMEM培养基:购自Hyclone公司;胎牛血清(FBS):购自澳大利亚Gibco公司;胰蛋白酶:购自美国BD公司;3-(4,5-二甲基噻唑-2)-2,5-二苯基四氮唑溴盐(MTT)、二甲基亚砷(DMSO):购自Sigma公司;盐酸阿霉素(DOX):上海生工;其余试剂均为国产分析纯。

液质联用仪(HPLC 1200系列,MS 6310系列):Agilent公司;超净工作台YT-CJ-2NB:北京亚泰克隆实验科技开发中心;倒置生物显微镜BDS200:OPTEC奥特光学;CO₂水套式培养箱:Thermo公司;细胞自动计数分析仪CYT-100:CYTORECON公司;酶标仪550:Bio Rad公司。

1.2 实验方法

1.2.1 黑加仑花色苷的主要成分分析

1)样品制备:ACB粉首先用0.01 mol/L磷酸盐

缓冲液稀释成质量浓度为1 mg/mL母液,0.22 μm针式过滤器过滤,-20℃保存备用。

2)HPLC分析条件:紫外检测器,波长:520 nm;流动相:A 5%甲酸水溶液,B 100%乙腈;分离柱:C₁₈(4.6 mm×150 mm,5 μm)。进样量5 μL,流速1 mL/min,柱温25℃,梯度洗脱程序为:0~8 min,13%~22% B;8~15 min,22%~23% B;15~20 min,23%~100% B;20~25 min,100% B;25~26 min,100%~13% B;26~33 min,13% B。

3)MS分析条件:采用正离子模式,扫描范围为100~1 500(m/z);N₂流速为12 L/min;喷雾器压力为310 kPa;干燥气温度为350℃。

1.2.2 细胞培养 参照文献[8]所描述的细胞培养方法,按体积比10:1的胎牛血清与高糖DMEM培养基混合,在37℃、体积分数为5%的CO₂培养箱中对DF1细胞常规培养,隔天传代,调整细胞生长状态,一般以传代数为3~6生长良好的细胞,进行实验。

1.2.3 黑加仑花色苷对DF1的毒性试验 为了解ACB对DF1的细胞毒性,采用常规MTT实验方法^[9],取生长良好的DF1细胞(细胞悬浮浓度为2~3×10⁵ cells/mL),每孔200 μL,接种于96孔细胞培养板内,置于5% CO₂ 37℃培养24 h后,对照组不加ACB,样品组每孔内分别加入ACB使其终质量浓度分别为2、4、6、8、10、12、14 μg/mL,每个浓度设6个平行孔,然后置于培养箱内,分别在24、48、72、96 h后,弃除培养液,每孔内分别加入MTT溶液10 μL,37℃继续孵育4 h后,终止培养,弃除上清液后,每孔加入170 μL二甲基亚砷,微量振荡10 min,使MTT还原产物完全溶解,用酶标仪在490 nm处测定对照组和样品组各孔吸光度(OD)值,通过OD值的大小间接反应ACB的细胞毒性。

1.2.4 黑加仑花色苷体外抗ALV-A活性试验

1)黑加仑花色苷体外的预防病毒试验:按照1.2.3 ACB对DF1的毒性试验方法,取生长良好的200 μL细胞悬液,置于96孔细胞培养板内,约80%形成单层细胞,弃生长液,向孔中加入样品稀释后的样品母液,使其终质量浓度为2、4、6、8、10 μg/mL,

37 ℃ 孵育 1 h 后,加入 20 μ L ALV-A 病毒液再孵育 1 h,2%FBS 的细胞维持液每孔补至 200 μ L。分别在 24、48、72、96 h 后,采用 MTT 法在 490 nm 测定 OD 值。试验设细胞对照、病毒对照和阿霉素对照,6 个平行孔,3 次重复实验。

2)黑加仑花色苷体外的治疗病毒试验:同 1.2.3 方法,准备 4 个 DF1 长成为 80%单层细胞的 96 孔板,弃生长液,每孔加 20 μ L ALV-A 病毒液,37 ℃ 孵育 1 h 后,向孔中加入样品母液,使其终质量浓度分别为 2、4、6、8、10 μ g/mL,细胞维持液补液体至 200 μ L。分别培养至 24、48、72、96 h 后,采用 MTT 法在 490 nm 测定 OD 值。

1.2.5 黑加仑花色苷与 ALV-A 对 DF1 细胞形态学试验 按照 1.2.4 实验方法,取生长良好的 DF1 细胞(细胞悬浮浓度为 $5\sim 7\times 10^5$ cells/mL),接种于 25 cm^2 细胞培养瓶中,置于 5% CO_2 、37 ℃ 培养箱培养成单层,弃生长液,加入 500 μ L ALV-A 病毒液,37 ℃ 孵育 1 h 后,向孔中加入 ACB 母液,使其终质量浓度分别为 2 μ g/mL 和 8 μ g/mL,细胞维持液补液体至 5 mL。试验设细胞对照、病毒对照和治疗对照。

1.2.6 数据统计分析 本实验结果数据采用 Origin8 软件作图、Agilent ChemDFlation Rev. A. 09.01 software 和 DPS 统计软件分析,数据均以平均数和标准偏差($\bar{x}\pm\text{SD}$)表示,采用 Duncan 新复极差多重比较。

2 结果与分析

2.1 黑加仑花色苷的 HPLC-MS 成分分析

黑加仑花色苷的 HPLC 色谱图见图 1。

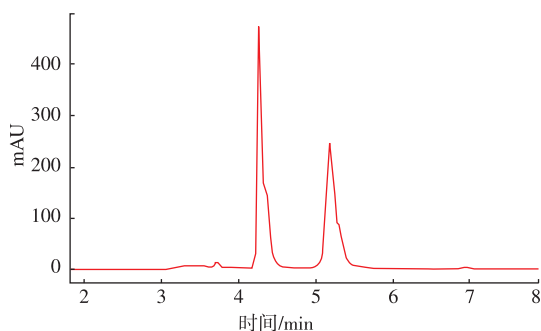


图 1 黑加仑主要花色苷的 HPLC 色谱图(520 nm)

Fig. 1 HPLC profiles(520 nm) of the major anthocyanins from Blackcurrant

由图 1 可知,黑加仑主要含两种成分。作者鉴定出两种花色苷,见表 1,与文献[10]鉴定花色苷组

分相似,飞燕草及矢车菊素类花色苷为其主要成分。然而与前人研究结果不同的是,作者未检测出天竺葵色素类花色苷,可能是黑加仑的品种、采收时间及其种植地域等因素导致。

表 1 黑加仑中主要的花色苷成分

Table 1 Major anthocyanin components of Blackcurrant

峰号	保留时间/min	分子离子 m/z	二级质谱碎片离子 m/z	结构
1	4.3	611	465 303	飞燕草色素-3-鼠李糖苷-5-葡萄糖苷
2	5.2	595	449 287	矢车菊色素-3-鼠李糖苷-5-葡萄糖苷

2.2 黑加仑花色苷对 DF1 细胞毒性的研究

研究不同质量浓度的 ACB 对 DF1 单层细胞的毒性作用。从表 2 可以看出:细胞对照组在 72 h 与 96 h 的 OD 值大小一致,无显著水平差异,说明 96 h 时为细胞生长达到最大程度的时间值。同一时间段下,当在质量浓度小于 10 μ g/mL 各处理组,随着 ACB 质量浓度的增加,OD 值均比对照组高或者无水平差异,具有量效依赖性,说明 ACB 对 DF1 细胞的生长有促进作用或者无毒性作用;当 ACB 质量浓度高于 10 μ g/mL,各处理组 OD 值与细胞对照相比,OD 值呈下降趋势,DF1 生长受到不同程度抑制,有显著性差异,差异具有统计学意义。在 24、48、72、96 h 四个时间段中,质量浓度小于 10 μ g/mL 各处理组均显著高于对照组,但是在时间上的水平差异并不显著。本研究体外试验时加入 ACB,对正常 DF1 细胞的有无细胞毒性作用,当 ACB 质量浓度大于 10 μ g/mL 时,各细胞组存活情况显著下降,说明 10 μ g/mL 是 ACB 对 DF1 细胞无细胞毒性的最大安全质量浓度。贾娜等^[11]研究证实黑加仑花色苷具有清除自由基能力,推测 ACB 能清除细胞产生有害物质,因此一定质量浓度范围内 ACB 可能提高了 DF1 细胞机能,从而促进其生长。

2.3 黑加仑花色苷体外抑制 ALV-A 活性的研究

阿霉素(DOX)为常见的抗肿瘤药细胞毒类药物,对白血病有明显的治疗效果^[12]。本试验前期已探讨出 DOX 质量浓度为 200 ng/mL 对禽白血病 A 亚群有良好的治疗效果,为本研究作为很好的药物对照样品。本实验在 ACB 对 DF1 生长影响的最大质量浓度在 10 μ g/mL 范围内,展开对 ACB 抗 ALV-A 活性的研究。

表 2 ACB 对 DF1 细胞毒性($\bar{x}\pm SD, n=6$)

Table 2 Cytotoxicity of ACB on DF1 cell($\bar{x}\pm SD, n=6$)

质量浓度/ ($\mu\text{g/mL}$)	时间/h			
	24	48	72	96
0	0.591 $\pm$ 0.026 ^{bbc}	0.860 $\pm$ 0.049 ^{aa}	0.902 $\pm$ 0.059 ^{aa}	0.914 $\pm$ 0.043 ^{aa}
2	0.681 $\pm$ 0.036 ^{ca}	0.868 $\pm$ 0.031 ^{ba}	0.893 $\pm$ 0.025 ^{aba}	0.952 $\pm$ 0.074 ^{aa}
4	0.664 $\pm$ 0.006 ^{aab}	0.861 $\pm$ 0.046 ^{ba}	0.880 $\pm$ 0.044 ^{aba}	0.964 $\pm$ 0.051 ^{aa}
6	0.648 $\pm$ 0.056 ^{cab}	0.840 $\pm$ 0.040 ^{ba}	0.928 $\pm$ 0.029 ^{aa}	0.952 $\pm$ 0.024 ^{aa}
8	0.689 $\pm$ 0.076 ^{ba}	0.867 $\pm$ 0.052 ^{aa}	0.931 $\pm$ 0.040 ^{aa}	0.959 $\pm$ 0.026 ^{aa}
10	0.596 $\pm$ 0.022 ^{bbc}	0.845 $\pm$ 0.022 ^{aa}	0.872 $\pm$ 0.042 ^{aa}	0.905 $\pm$ 0.029 ^{aa}
12	0.523 $\pm$ 0.013 ^{cc}	0.728 $\pm$ 0.028 ^{ab}	0.680 $\pm$ 0.038 ^{ab}	0.629 $\pm$ 0.064 ^{bb}
14	0.433 $\pm$ 0.063 ^{bd}	0.667 $\pm$ 0.021 ^{ab}	0.512 $\pm$ 0.062 ^{cc}	0.420 $\pm$ 0.013 ^{bc}

注:采用 Duncan 新复极差多重比较法分析,不同字母表示每行时间之间的 5%显著水平差异,斜体字母表示每列质量浓度之间的 5%显著水平差异。

2.3.1 黑加仑花色苷对 ALV-A 的预防试验结果
研究 ACB 对 ALV-A 的预防作用,即向 DF1 单层细胞预先加入 ACB,再加入 ALV-A 感染细胞,起到预先防治作用。从表 3 可以看出,在各时间段下,药物阿霉素对照的 OD 值均高于病毒组,有显著性差异,说明阿霉素对 ALV-A 起到了治疗作用。同一时间下,ACB 各质量浓度处理组的 DF1 细胞 OD 值均显著高于病毒对照组,具有量效依赖关系。其中 72 h 时,添加 ACB 质量浓度 8 $\mu\text{g/mL}$ 的 OD 值为 0.874,明显高于病毒对照 OD 值 0.789,有显著性差异,说

明在体外 ACB 质量浓度 8 $\mu\text{g/mL}$ 对 ALV-A 病毒有一定的预防作用。在作用时间效应上,ACB 对 ALV-A 抑制作用也比较明显,但是在同质量浓度间差异性比较小。本实验结果表明:ACB 各质量浓度处理对 ALV-A 的具有预防作用,可明显抑制 ALV-A 在 DF1 细胞上的增殖。陶欣艺等^[13]研究表明,花色苷能抑制氧化应激诱导的神经细胞凋亡,ACB 可能通过提高细胞机体内的抗氧化酶类活性,减少由有害因素引起自由基的增加,从而减慢 ALV-A 在宿主细胞上的增殖。

表 3 不同质量浓度 ACB 体外对 ALV-A 的预防效果

Table 3 Influence of prevention on ALV-A under different concentration of ACB in vitro

处理	质量浓度/ ($\mu\text{g/mL}$)	时间/h			
		24	48	72	96
对照	DF1	0.696 $\pm$ 0.034 ^{ca}	0.896 $\pm$ 0.032 ^{ba}	1.060 $\pm$ 0.040 ^{aa}	0.975 $\pm$ 0.028 ^{aba}
	ALV-A	0.575 $\pm$ 0.020 ^{bc}	0.607 $\pm$ 0.086 ^{bc}	0.789 $\pm$ 0.021 ^{ae}	0.778 $\pm$ 0.033 ^{ac}
	DOX	0.651 $\pm$ 0.092 ^{bab}	0.855 $\pm$ 0.091 ^{aab}	0.925 $\pm$ 0.024 ^{ab}	0.914 $\pm$ 0.043 ^{ab}
ACB	2	0.590 $\pm$ 0.026 ^{bbc}	0.687 $\pm$ 0.090 ^{bbc}	0.790 $\pm$ 0.022 ^{ade}	0.806 $\pm$ 0.038 ^{ac}
	4	0.616 $\pm$ 0.059 ^{bab}	0.800 $\pm$ 0.078 ^{aab}	0.839 $\pm$ 0.006 ^{acde}	0.827 $\pm$ 0.036 ^{abc}
	6	0.645 $\pm$ 0.032 ^{bab}	0.816 $\pm$ 0.021 ^{aab}	0.867 $\pm$ 0.011 ^{abcd}	0.844 $\pm$ 0.029 ^{abc}
	8	0.676 $\pm$ 0.042 ^{bab}	0.827 $\pm$ 0.044 ^{aab}	0.874 $\pm$ 0.036 ^{abc}	0.858 $\pm$ 0.032 ^{abc}
	10	0.585 $\pm$ 0.068 ^{bbc}	0.773 $\pm$ 0.043 ^{aab}	0.851 $\pm$ 0.085 ^{acde}	0.809 $\pm$ 0.044 ^{abc}

注:采用 Duncan 新复极差多重比较法分析,不同字母表示每行时间之间的 5%显著水平差异,斜体字母表示每列质量浓度之间的 5%显著水平差异。

2.3.2 黑加仑花色苷对 ALV-A 的治疗试验结果
研究 ACB 对 ALV-A 的治疗作用,即加入 ALV-A

预先感染 DF1 单层细胞后,再用 ACB 处理,起到治疗作用。从表 4 可以看出,阿霉素药物治疗对照组

的各 OD 值均高于病毒组,治疗效果明显;同一时间下,ACB 各质量浓度处理组的 OD 值均显著高于 ALV-A 病毒对照组,随着 ACB 质量浓度增加,其 OD 值逐渐上升,差异显著,呈量效依赖关系。其中

在 72 h 时,ACB 质量浓度 8 $\mu\text{g/mL}$ 时的 OD 值为 0.843,与 ALV-A 病毒对照的 OD 值为 0.753,呈显著性差异。因此,在体外 ACB 对 ALV-A 病毒具有一定的治疗作用。

表 4 不同质量浓度 ACB 体外对 ALV-A 的治疗效果

Table 4 Influence of treatment on ALV-A under different concentration of ACB in vitro

处理	质量浓度/ ($\mu\text{g/mL}$)	时间/h			
		24	48	72	96
对照	DF1	0.804 $\pm$ 0.030 ca	0.909 $\pm$ 0.026 ba	1.078 $\pm$ 0.028 aa	0.922 $\pm$ 0.017 ba
	ALV-A	0.692 $\pm$ 0.021 ac	0.763 $\pm$ 0.045 abc	0.753 $\pm$ 0.054 ac	0.717 $\pm$ 0.083 ac
	DOX	0.793 $\pm$ 0.009 aab	0.835 $\pm$ 0.036 aab	0.853 $\pm$ 0.024 ab	0.827 $\pm$ 0.065 ab
ACB	2	0.706 $\pm$ 0.032 abc	0.723 $\pm$ 0.015 ac	0.789 $\pm$ 0.025 ac	0.729 $\pm$ 0.048 ac
	4	0.737 $\pm$ 0.060 abc	0.795 $\pm$ 0.019 ab	0.813 $\pm$ 0.038 abc	0.779 $\pm$ 0.038 ab
	6	0.740 $\pm$ 0.029 $aabc$	0.811 $\pm$ 0.016 ab	0.821 $\pm$ 0.010 abc	0.801 $\pm$ 0.019 ab
	8	0.760 $\pm$ 0.037 bab	0.829 $\pm$ 0.027 abb	0.843 $\pm$ 0.008 ab	0.827 $\pm$ 0.016 abb
	10	0.741 $\pm$ 0.057 $aabc$	0.766 $\pm$ 0.041 ab	0.782 $\pm$ 0.051 abc	0.723 $\pm$ 0.031 ac

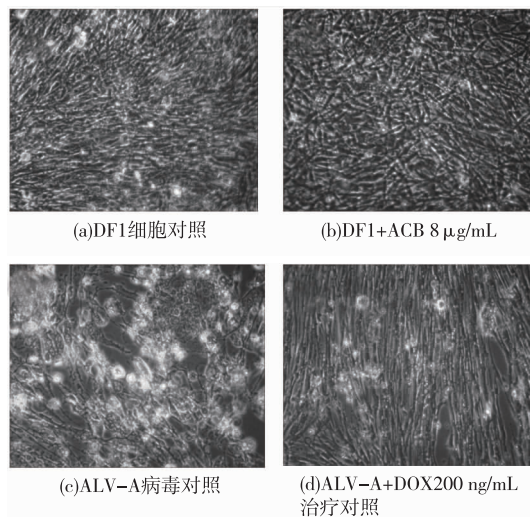
注:采用 Duncan 新复极差多重比较法分析,不同字母表示每行时间之间的 5%显著水平差异,斜体字母表示每列质量浓度之间的 5%显著水平差异。

作者研究发现,ACB 对 ALV-A 的预防作用比治疗作用明显。在相同质量浓度下,预防试验的 OD 值比治疗试验的高,结果见表 3,4。提示 ACB 对 ALV-A 的预防作用比治疗作用显著,推测这可能与细胞性继发作用有关^[14]。运用 ACB 进行干扰溶酶体膜通透性,减缓细胞自溶速度,从而保护正常细胞。因此,给家禽添加适量 ACB 的饲养,能增强机体的抗病毒能力,对 ALV-A 起到早期预防作用。

2.4 黑加仑花色苷与 ALV-A 对 DF1 细胞形态学的影响

观察发现,DF1 单层细胞感染 ALV-A 病毒后,一般在 5 d 左右出现比较明显的病变,表现为细胞脱落、形态改变,或形成病斑。正常 DF1 形成单层细胞后,细胞呈长梭形或扁平星形,大小均匀^[15]。生长至 5 d,采用倒置显微镜图显示:图 2a 为正常 DF1 细胞对照,细胞形态较为完整,有部分细胞脱离单层,是由于培养 5 d 后其营养物质的消耗和有害代谢产物积累而导致;图 2b 显示 ACB 质量浓度为 8 $\mu\text{g/mL}$ 处理正常细胞,单层细胞表面完整,折光性好,无空隙,很少破碎死亡,细胞生长状态良好;图 2c 为 DF1 细胞受 ALV-A 病毒感染,出现明显细胞形态完全改变,空泡化,大部分细胞已经脱离单层,

发生严重的病变;图 2d 为阿霉素药物对照,只有少量细胞脱离单层,细胞形态较为完整;图 2e 为 ACB 质量浓度 2 $\mu\text{g/mL}$ 作用于 ALV-A 诱导的 DF1 形态,结果显示有细胞脱离单层,细胞间隙增加,占 70% 的细胞保持单层状态;图 2f 显示 ACB 质量浓度 8 $\mu\text{g/mL}$ 作用于 ALV-A 诱导的 DF1 形态,细胞有部分脱落,约 80% 的细胞保持单层状态,与图 2e 比较,其细胞形态较好。因此,ACB 能保护 DF1 的细胞形态,对 ALV-A 病毒繁殖有一定的抑制作用。



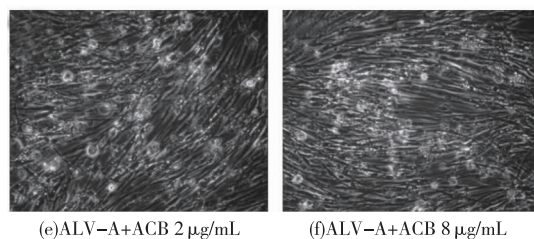


图2 ACB对DF1细胞形态的影响(×250)

Fig. 2 Effect of ACB on DF1 cell morphology under microscope (× 250)

3 结语

目前我国对花色苷类作为抗病毒药物的研究

相对比较薄弱,主要集中在花色苷抗肿瘤的研究上,对禽白血病病毒的系统研究还不够深入,对花色苷抗病毒的药理作用研究才处于起步阶段。作者通过研究表明,黑加仑含有飞燕草色素-3-鼠李糖苷-5-葡萄糖苷和矢车菊色素-3-鼠李糖苷-5-葡萄糖苷两种主要花色苷成分;黑加仑花色苷在体外具有一定的抑制禽白血病A亚群病毒增殖作用,并随剂量的增大呈量效依赖关系,同时对DF1细胞抵抗力有明显的增强作用。作者用黑加仑花色苷混合物进行抗病毒研究,其抗病毒效果其含有的花色苷种类有关,具体哪种花色苷单体或者花色苷复合物起作用更佳,其确切机制还有待于深入研究。

参考文献:

- [1] 袁旭,张平,朱桂华. 黑加仑色素稳定性研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2002,14(3):68-71.
YUAN Xu,ZHANG Ping,ZHU Gui-hua. A study on the physicochemical properties of black current pigment [J]. **Journal of Heilongjiang August First Land Reclamation University**,2002,14(3):68-71. (in Chinese)
- [2] Bishayee A,Mbimba T,Thoppil J R,et al. Anthocyanin-rich black currant (*Ribes nigrum* L.) extract affords chemoprevention against diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinogenesis in rats[J]. **Journal of Nutritional Biochemistry**,2011,22:1035-1046.
- [3] Jia N,Xiong Y L,Kong B H,et al. Radical scavenging activity of black currant(*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on gastric cancer cell proliferation via induction of apoptosis[J]. **Journal off Functional Foods**,2012,4:382-390.
- [4] Kivimaki A S,Ehlers P I,Siltari A,et al. Lingonberry,cranberry and blackcurrant juices affect mRNA expressions of inflammatory and atherothrombotic markers of SHR in a long-term treatment [J]. **Journal off Functional Foods**,2012,4:496-503.
- [5] 顾亚静. 黑加仑提取物抗疲劳作用及其机制的初步研究[D]. 乌鲁木齐:新疆医科大学,2008.
- [6] Zavala G,Cheng S. Detection and characterization of avian leukosis virus in Marek's disease vaccines [J]. **Avian Diseases**,2006,50:209-215.
- [7] Zhang Q C,Zhao D M,Guo H J,et al. Isolation and identification of a subgroup a avian leukosis virus from imported meat-type grandparent chickens[J]. **Virologica Sinica**,2010,25(2):130-136.
- [8] 陈义勇,顾小红,汤坚. 桦褐孔菌多糖的抗肿瘤活性研究[J]. 食品与生物技术学报,2011,30(1):65-69.
CHEN Yi-yong,GU Xiao-hong,TANG Jian. Study on anti-tumor activities of polysaccharides from *Inonotus obliquus* [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2011,30(1):65-69.(in Chinese)
- [9] 李雁群,张莲芬,张志斌,等. 苦参灵芝发酵液在2.2.15细胞中抗HBV作用[J]. 无锡轻工大学学报,2004,23(2):98-100.
LI Yan-qun,ZHANG Lian-fen,ZHANG Zhi-bin,et al. The inhibitory effects of fermentation broth of *Ganoderma lucidum* in the 2.2.15 cell with addition of radix sophorae flavescentison HBV [J]. **Journal of Wuxi University of Light Industry**,2004,23(2):98-100.(in Chinese)
- [10] Bordonaba J G,Crespo P,Terry L A. A new acetonitrile-free mobile phase for HPLC-DAD determination of individual anthocyanins in blackcurrant and strawberry fruits:A comparison and validation study [J]. **Food Chemistry**,2011,129:1265-1273.
- [11] 贾娜,孔保华,张洪涛. 黑加仑花色苷的提取及抗氧化活性研究[J]. 食品科学,2011,32(16):162-166.
JIA Na,KONG Bao-hua,ZHANG Hong-tao. Extraction and antioxidant activity of anthocyanins from blackcurrants [J]. **Food Science**,2011,32(16):162-166.(in Chinese)
- [12] 李戈,季丽娟,黄建鸣. 槲皮素诱导和增加HL-60白血病细胞对阿霉素的反应性 [J]. 中国小儿血液与肿瘤杂志,2009,14(1):12-15.
LI Ge,JI Li-juan,HUANG Jian-ming. Impact of Quercetin on adriamycin sensitivity and responsiveness in acute myeloid

- leukemic HL-60 cells[J]. **Journal China Pediatr Blood Cancer**, 2009, 14(1):12-15. (in Chinese)
- [13] 陶欣艺, 卢艳花, 周文瑜, 等. 欧洲越桔和笃斯越桔对神经细胞氧化损伤的保护作用[J]. 中国临床康复, 2005, 33(9):50-53.
TAO Xin-yi, LU Yan-hua, ZHOU Wen-yu, et al. Protective effects of *Vaccinium myrtillus* L. and *Vaccinium uliginosum* L. on oxidative damage in neural cells[J]. **Chinese Journal Clinical Rehabilitation**, 2005, 33(9):50-53. (in Chinese)
- [14] 沈斌, 杭春华. 炎性细胞因子在脑外伤继发性脑损害中的作用及研究进展[J]. 医学综述, 2011, 17(11):1621-1624.
SHEN Bin, HANG Chun-hua. Effects and research advancement of inflammatory cytokines in brain damage after traumatic brain injury[J]. **Medical Recapitulate**, 2011, 17(11):1621-1624. (in Chinese)
- [15] 张青禅. A 亚群禽白血病病毒不同分离株的基因组和生物学特性比较研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2010.

会 议 信 息

会议名称(中文): 2013 年中国微生物学会学术年会

所属学科: 动植物微生物学、生物物理学、生物化学及分子生物学、细胞生物学、遗传与发育生物学、生物技术与生物工程

开始日期: 2013-10-25

结束日期: 2013-10-29

所在城市: 云南省昆明市

主办单位: 中国微生物学会

承办单位: 云南省微生物学会、云南农业大学、成都军区疾病预防控制中心

联系电话: 010-64807200

E-MAIL: csm@im.ac.cn

通讯地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号 中国科学院微生物研究所内 B412

邮政编码: 100101

会议注册费: 1200 元/人

会议名称(中文): 2013 年全国动物疫病与食品安全博士后学术论坛

开始日期: 2013-10-01

所在城市: 河南省郑州市

主办单位: 全国博士后管委会办公室、中国博士后科学基金会和河南省人力资源和社会保障厅

承办单位: 河南省农业科学院

议题: 动物疫病与食品安全

联系人: 郭军庆 13838248132

联系电话: 0371-65707806

E-MAIL: guojunqing2008@gmail.com

会议网站: <http://res.chinapostdoctor.org.cn/Program/7e30ab7b-569c-4036-bc08-fb6418f6993a/d0d83059-d610-4b44-bc03-53962bfff1abc.html>

会议名称(中文): 中国食品科学技术学会第十届年会暨第七届中国食品业高层论坛

开始日期: 2013-10-30

结束日期: 2013-10-31

所在城市: 江苏省 南京市

主办单位: 中国食品科学技术学会

承办单位: 《中国食品学报》杂志社、南京农业大学、江苏省食品科学与技术学会

摘要截稿日期: 2013-07-31

联系人: 席炎 王妍 蔡立文

联系电话: 010-65265375 65265376

传真: 010-65264731

E-MAIL: cifstam@163.com

会议网站: <http://www.cifst.org.cn/NewsIn.aspx?id=7383>

会议背景介绍: 中国食品科学技术学会第十届年会暨第七届中国食品业高层论坛定于 2013 年 10 月 30-31 日在南京召开。本次会议是继 2011 年我学会在北京成功举办第八届年会暨第六届东西方食品业高层论坛之后, 再次与美国食品科技学会(IFT)联手, 将两大会议合一的盛会。本次会议的国际部分, 将更名为中美食品业高层论坛, 以使其更符合主办方特征。本次会议由《中国食品学报》杂志社、南京农业大学、江苏省食品科学与技术学会等单位承办。