

## 大豆皂甙研究进展与应用

孟凡钢<sup>1</sup>, 富健<sup>1</sup>, 王新风<sup>1</sup>, 于志晶<sup>2</sup>, 马巍<sup>1</sup>

(1. 吉林省农业科学院大豆研究中心, 长春 130124; 2. 吉林农业大学研究生部, 长春 130018)

**摘要:**大豆是我国的传统食品, 营养丰富, 并且含有多种生物活性物质。大豆皂甙由皂甙元和低聚糖构成, 由于组成大豆皂甙的甙元和多聚糖的种类不同, 大豆皂甙具有多种生物学和药理学性质, 如降低血脂、抗癌、抑制血小板凝聚、抗病毒等作用。本文总结了近年来有关大豆皂甙的一些研究进展, 包括大豆皂甙的成分、含量、性质、作用机理及分析检测方法等, 展望了开发利用大豆皂甙的前景。

**关键词:**大豆皂甙; 研究; 应用

**中图分类号:**S565.1      **文献标识码:**A      **文章编号:**1008-0864(2007)04-0066-07

## Progress and Application on Soyasaponin Research

MENG Fan-gang<sup>1</sup>, FU Jian<sup>1</sup>, WANG Xin-feng<sup>1</sup>, YU Zhi-jing<sup>2</sup>, MA Wei<sup>1</sup>

(1. The soybean Research Center of Jilin Provincial Academy of Agriculture Sciences, Changchun 130124;

2. Postgraduate School of Jilin Agriculture University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** Soybean is a traditional food in China. It contains rich nutrition and multiple biological active matters. Soyasaponins have been known to contain an aglycone, linked to one or more sugar or oligosaccharide moieties. As the aglycone and the oligosaccharide moieties are different, soyasaponins show different biosiological and pharmacological properties, such as goitrogenic, antitumor, antioxidative and HIV resistance. This paper summarizes the recent research advances on soyasaponins, including soyasaponin composition, content, character and effect mechanism and the analytical testing methods, etc. It also look into the prospect for the development and utilization of soyasaponins.

**Key words:** soyasaponin; research; application

皂甙(saponins)是存在于植物界的一类较复杂的甙类化合物。因其水溶液形成持久泡沫, 象肥皂一样而得名。大豆皂甙(soyasaponins)是从豆科植物大豆等植物中提取出来的一种生物活性物质。它属三萜类齐墩果酸型皂甙, 是由一系列物质组成的一类混合物。国内外的研究已经证明, 大豆皂甙具有抗脂质氧化、抗自由基、增强免疫调节、抗肿瘤和抗病毒等多种生理功能。目前, 已经在食品、药品、化妆品上有了初步的应用。由于它具有多种生理功能, 因此, 具有较大的开发潜力和广阔的应用前景。

我国大豆中大豆皂甙的含量最高, 为0.32%。美国、加拿大分别为0.28%和0.25%, 日本不同品种大豆的皂甙含量为0.22%~0.28%, 其中大豆皂甙I和皂甙A1所占比例相当大<sup>[1]</sup>。大

豆皂甙在大豆中的分布主要集中于胚轴, 其含量受大豆品质、部位和生长期等条件的影响, 大豆皂甙在大豆种子各部位的含量不完全相同, 大豆胚轴中皂甙含量较高, 是子叶皂甙含量的8~15倍。

### 1 大豆皂甙的成分、含量及性质

#### 1.1 大豆皂甙成分及结构

皂甙是由皂甙元(sapogenins)和糖、糖醛酸或其他有机酸组成。皂甙结构复杂, 极性大, 存在同一植物中的皂甙大多结构接近。组成皂甙的糖常见的有葡萄糖、半乳糖、鼠李糖、阿拉伯糖、木糖及其他戊糖类。根据其化学结构可分为三萜皂甙和甾体皂甙两大类。三萜又可分为四环三萜和五环三萜, 而以五环三萜为常见。甾体皂甙的皂甙元

收稿日期: 2007-04-12; 修回日期: 2007-07-24

作者简介: 孟凡钢, 助理研究员, 从事大豆遗传育种研究。通讯作者: 富健, 研究员, 主要从事大豆育种研究。Tel: 0431-87063072;

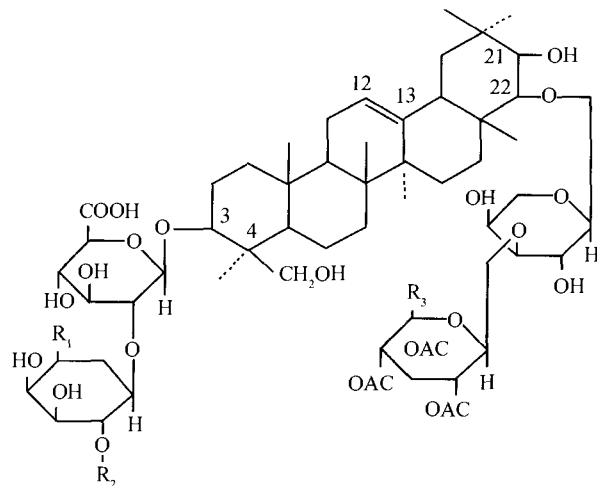
E-mail: tywt0001@yahoo.com.cn

是由 27 个碳原子组成,其基本骨架称为螺旋甾烷 (spirastane) 及其异构体异螺旋甾烷 (isospirostane),在植物中发现的甾体皂甙元有近百种。皂甙元与不同的糖结合及其结合部位的不同构成了多种皂甙。

日本的 Kitagawa 等和 Kudou 等分别详细地研究了大豆中的皂甙类物质,并对分离到的大豆皂甙进行命名。Kitagawa 等确认大豆中存在以大豆皂甙原 B (soyasapogenol B) 为配基的大豆皂甙 I、II、III、IV 和 V 型 5 种,以及以大豆皂甙原 A 为配基的大豆皂甙 A1、A2、A3、A4、A5 以及 A6 等 6 种。如果操作条件温和,还可分离到 C-22 末端糖链全乙酰化的 A 系列大豆皂甙, Kudou 等把此类成分命名为 Aa-Ah。在发现 DDMP 大豆皂甙之前,以大豆皂原 B 为配基的 B 系列大豆皂甙分别命名为 Ba、Bb、Bb'、Bc 以及 Bc', 而以大豆皂原 E 为配基的 E 系列命名为 Bd 和 Be<sup>[2,3]</sup>。

**1.1.1 A 系列大豆皂甙** A 系列大豆皂甙是一类结合有二糖链 (bis-desmoside) 的皂甙,它以 olean-12-en-3 $\beta$ ,21 $\beta$ ,22 $\beta$ ,24-tetraol (即 soyasapogenol A) 为配基 (agly-con),配基的 C-3 和 C-22 位通过酯键结合糖链。根据 C-22 末端糖不同乙酰基饱和的大豆皂甙大体分为木糖系列 (主要成分为 Aa) 和葡萄糖系列 (主要成分为 Ab), 两类存在遗传上的相互关系<sup>[4]</sup>。Shiraiwa 等<sup>[5]</sup> 从大豆种子中分离并鉴定到 7 种 A 系列乙酰化大豆皂甙,分别为 Aa、Ab、Ac、Ad、Ae、Af 以及 Ag。之后, Kudou 等也成功地分离到 2 种乙酰化 A 系列大豆皂甙。总之,目前已分离到 8 种乙酰化 A 系列大豆皂甙以及 6 种脱乙酰化大豆皂甙<sup>[6]</sup> (图 1)。

**1.1.2 B、E 系列以及 DDMP 大豆皂甙** 化学结构 B 和 E 系列大豆皂甙是分别以 olean-12-en-3 $\beta$ ,22 $\beta$ ,24-triol (soyasapogenol B) 和 olean-12-en-3 $\beta$ ,24 $\beta$ ,diol-22one (soyapogenol E) 为配基的单链 (mono-desmoside) 大豆皂甙。Shiraiwa 等<sup>[7]</sup> 分离到 5 种 B 系列大豆皂甙,分别命名为大豆皂甙 I、II、III、IV 以及 V, 而 Kudou 等<sup>[8]</sup> 也分离到 2 种 E 系列大豆皂甙,分别为大豆皂甙 Be 和 Bd。Kudou 等对 B 系列大豆皂甙的命名方法与 Kitagawa 不同,主要根据配基 C-3 位的糖链不同而命名的,分别命名为大豆皂甙 Ba、Bb、Bc、Bb' 以及 Bc'。Kudou 等<sup>[8-10]</sup> 首次在温和条件下从大豆



A 系列 Group A	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Aa (A4)	CH <sub>2</sub> OH	$\beta$ -D-Glc	H
Ab (A1)	CH <sub>2</sub> OH	$\beta$ -D-Glc	CH <sub>2</sub> OAc
Ac	CH <sub>2</sub> OH	$\alpha$ -L-Rhc	CH <sub>2</sub> OAc
大豆皂甙 Soyasaponin	H	$\beta$ -D-Glc	CH <sub>2</sub> OAc
Ae (A5)	CH <sub>2</sub> OH	H	H
Af (A2)	CH <sub>2</sub> OH	H	CH <sub>2</sub> OAc
Ag (A6)	H	H	H
Ah (A3)	H	H	CH <sub>2</sub> OAc

图 1 A 系列大豆皂甙的结构以及种类

Fig. 1 Structures of soyasaponins A.

中分离到一类真正的大豆皂甙,命名为 DDMP 皂甙。DDMP 皂甙是以大豆皂甙原 B 作为配基, C-22 位上通过酯键结合有 2,3-dihydroxy-2,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one (DDMP) 的一类皂甙。已明确 5 种 DDMP 皂甙,根据其在 HPLC 中流出顺序以及 C-3 位的糖链不同,分别命名为大豆皂甙  $\alpha$ g、 $\beta$ g、 $\beta$ a、 $\gamma$ g 以及  $\gamma$ a (图 2)。所有 DDMP 大豆皂甙对热都不稳定,受热很易分解生成 A 和 E 系列大豆皂甙,经考证 DDMP 皂甙是大豆中天然存在的真正皂甙。由于 DDMP 具有烯醇和酮基结构,期待它能显示出一定的自由基捕获剂效果。

## 1.2 大豆种子中皂甙分布

影响大豆中皂甙含量的因素主要有环境、遗传等。日本的 Shiraiwa<sup>[4]</sup> 比较了日本、加拿大、美国以及中国大豆,发现中国大豆中的皂甙含量最高 (约 0.3%)。之后, Tsukamoto 等<sup>[11]</sup> 研究了不同品种大豆的胚轴中皂甙的含量,指出遗传因素对 A 系列大豆皂甙含量的影响要大于环境因素。同时分析了大豆种子中 A 系列皂甙含量,指出大豆皂甙 Aa 型约占 A 系列总含量的为 16.6%,

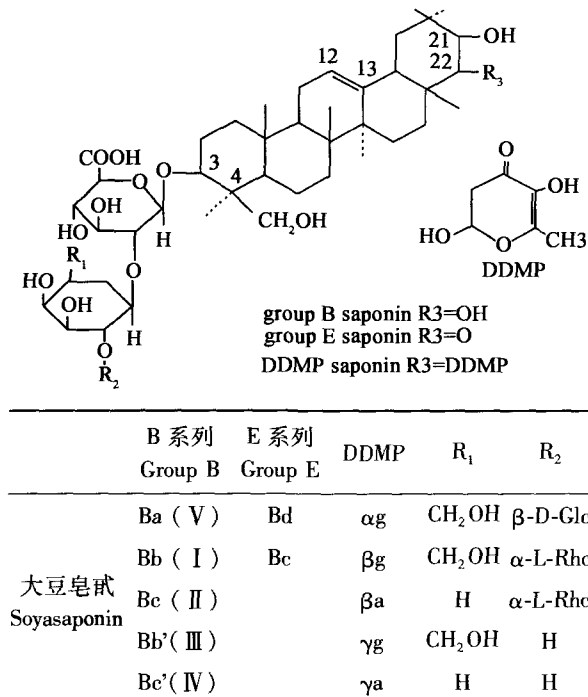


图2 B、E系列以及DDMP大豆皂甙的结构和种类

Fig. 2 Structures of kinds soyasaponins B and E.

而大豆皂甙 Ab 型约为 76.1%。根据食品加工的质量要求,大豆中的 A 系列大豆皂甙含量越少越好,因为此类大豆皂甙是造成大豆不良风味(DMF, drymouthfeel)的主要物质<sup>[12]</sup>,据日本文献报道,通过遗传育种可选育出不含 A 系列大豆皂甙的大豆品种。总之, A 系列大豆皂甙主要分布于大豆种子的胚轴中,其组成及其含量会随品种以及环境而异。

Shimoyomada 研究指出,大豆皂甙在大豆中的分布主要集中于胚轴,是子叶中皂甙含量的 8~15 倍。Shiraiwa 等<sup>[5]</sup>对数百个大豆品种的分析表明,大豆胚轴中皂甙含量为 0.62%~6.12%,均远远高于子叶中的皂甙含量,而大豆种皮中几乎不含皂甙成分。Tanlyama 等对来自美国、中国和日本北海道等 18 个大豆品种的分析结果指出,在大豆胚轴中, A 组皂甙含量只有 0.07%~0.09%, B 组皂甙含量为 0.14%~0.18%。大豆中皂甙的含量并不是稳定不变的,在大豆种子萌发及发育过程中,其皂甙含量和皂甙成分也发生变化。大豆开花后,胚轴中皂甙含量增加较快,达到最高值后,在开花 50d 左右其含量又随种子的发育呈降低趋势,至种子成熟时其含量保持稳定。子叶中皂甙含量虽比胚轴中低得多,但其变化趋

势与胚轴中相似。子叶中含大豆皂甙 II,而胚轴中没有此组分<sup>[12]</sup>。

### 1.3 大豆皂甙性质

大豆皂甙具有皂甙类的一般性质<sup>[13]</sup>。纯的大豆皂甙是一种白色粉末,具有苦而辛辣味,其粉末对人体各部位的粘膜均有刺激性。大豆皂甙可溶于水,易溶于热水、含水稀醇、热甲醇和热乙醇中,难溶于乙醚、苯等极性小的有机溶剂,其在含水醇和戊醇中溶解度较好。大豆皂甙熔点很高,常在融熔前就分解,因此无明显熔点。大豆皂甙属于酸性皂甙,其水溶液加入硫酸铵、醋酸铅或其他中性盐类即生成沉淀。利用这一性质可以进行大豆皂甙的提取和分离。

## 2 大豆皂甙主要功效和机理

大豆皂甙是具有重要研究价值和广泛应用价值的皂甙之一。20 世纪 70 年代对于大豆皂甙的研究,主要局限于对抗营养因子及不良风味因子的研究,主张在大豆的加工过程中将其去除。进入 20 世纪 80 年代以来,许多学者发现大豆皂甙具有降低胆固醇、抗血栓等功效。20 世纪 90 年代中期对于大豆皂甙的各种组分、化学结构,特别是 DDMP 结合皂甙的发现使得大豆皂甙的研究取得了较大的进展。近年来,国内外的大量研究结果显示,大豆皂甙的毒副作用很小。这既为传统豆类食品提供了安全可靠的佐证,也为大豆皂甙的广泛应用提供了安全保障。大豆皂甙的生物学、生理学和药学的活性试验证明,大豆皂甙对人体无毒害作用,而且还有多种有益的生理功效。

### 2.1 抗脂质氧化,降低过氧化脂质的生成

研究发现<sup>[14-16]</sup>,大豆皂甙可以抑制血清中脂类物质的氧化,抑制过氧化脂质的生成,并能降低血液中胆固醇和甘油三酯的含量。可能的原因是,脂肪细胞中由肾上腺素诱导的脂质化过程可因大豆皂甙 I 和皂甙 II 的存在而受到抑制。大豆皂甙 I、II、III 可抑制 ACTH(促肾上腺皮质激素)诱导的脂质化过程。

### 2.2 抗氧化、抗自由基的作用

大豆皂甙能通过自身调节增加 SOD(超氧化物歧化酶)的含量,降低 LPO(过氧化脂质),清除

自由基,减轻自由基的损害作用<sup>[16~18]</sup>。陈静的研究表明<sup>[19]</sup>,大豆皂甙在达到一定剂量时可以降低电离辐射诱导的小鼠骨髓细胞染色体畸变与微核的构成。大豆皂甙降低 X 射线诱发遗传物质损伤的机制可能是通过减少辐射水解产物自由基或加速自由基的代谢而间接起作用。LPO 是自由基的代谢产物,有研究表明,大豆皂甙可降低老龄大鼠 LPO 在肝脏及血浆中的含量,减少对肝脏的损伤。这些都证明大豆皂甙有淬灭自由基的作用。

### 2.3 抗血栓的作用

Kubo 等<sup>[20]</sup>研究了 Wister 雄鼠体内注射埃希氏杆菌属 (*Escherichia coli*) 内毒素和凝血酶条件下大豆皂甙的作用,发现大豆皂甙可以抑制血小板和血纤维蛋白原的减少,抑制该内毒素引起的纤维蛋白的聚集,也可抑制凝血酶引起的血栓纤维蛋白的形成,表明大豆皂甙具有抗血栓作用。Kubo 等进一步研究指出,在离体条件下不同种类大豆皂甙及总皂甙都可以抑制纤维蛋白原向纤维蛋白的转化,而且大豆皂甙 I、II 还可以激活血纤维蛋白溶酶系统。

### 2.4 增强免疫调节功能

郁利平等<sup>[17]</sup>在研究大豆皂甙对小鼠细胞免疫功能影响的实验证明,大豆皂甙可以提高 LAK (淋巴因子激活的杀伤性细胞) 细胞、NK (自然杀伤性细胞) 细胞的活性,增加 IL-2 (白介素) 的分泌及增强 T、B 淋巴细胞对 ConA (刀豆蛋白 A)、LPS (脂多糖) 的增殖能力,这些都说明大豆皂甙在体内对小鼠的免疫功能有广泛的调节效应。大豆皂甙对 T 细胞功能有增强作用, T 细胞功能的增强使 IL-2 的分泌增强,而 IL-2 的功能是保持 T 细胞的存活与增殖,促进 T 细胞产生淋巴因子,增加诱导杀伤性 T 细胞、NK 细胞分化及提高 LAK 细胞活性,从而表现出较强的免疫功能。孙学斌<sup>[21]</sup>等从大豆皂甙对 C57 和 Swiss 两种荷瘤小鼠的肿瘤生长及免疫器官影响对大豆皂甙的免疫效应进行了探讨,结果发现,经大豆皂甙饲喂的荷瘤鼠的脾脏、胸腺明显增生。

### 2.5 抗肿瘤的作用

三萜系配糖体的抗肿瘤活性很早就为人所知,而皂甙的抗癌效果迟迟未得到充分研究,主要原因是由于其化学结构及成分复杂,而且制备较难。自从发现 DDMP 大豆皂甙后,其在抗癌方面

的研究也有新的进展。

加拿大学者 Rao A V 等<sup>[22]</sup>和 Sung M K 等<sup>[23]</sup>以人结肠癌 HCT-15 细胞株为靶细胞对大豆皂甙的抗癌作用的实验证明,大豆皂甙在 150 ~ 600 mg · kg<sup>-1</sup> 剂量条件下可抑制人结肠癌细胞 (HCT-15) 的生长。通过对大豆皂甙抑瘤效应的研究发现<sup>[24~26]</sup>,它可以抑制 S180 细胞 (swiss webster) 小鼠腹水型肉瘤的生长,对 YAC-1 细胞 (鼠白血病细胞) 和 K562 细胞 (慢性白血病细胞) 亦有明显的细胞毒性作用。这些研究都表明,大豆皂甙对癌细胞有一定的抑制作用。李百祥等<sup>[24]</sup>研究结果表明,大豆皂甙对 SGC-7901 (人胃腺癌细胞) 具有明显的抑制作用,其作用机理是通过抑制 SGC-7901 细胞 DNA 的合成发挥对 SGC-7901 细胞的抑制作用。由此可知大豆皂甙具有抑制肿瘤生长的功能的作用。

大豆皂甙抗肿瘤的作用机制尚不很明确,也没有统一的观点。加拿大学者 Rao A V 等<sup>[22]</sup>和 Sung M K 等<sup>[23]</sup>对大豆皂甙的抗肿瘤的作用机制的观点总结如下:

①对肿瘤细胞的直接毒性作用和生长抑制作用。

②免疫调节的作用。许多体内和体外的试验已经证明,大豆皂甙有增强免疫调节功能。

③大豆皂甙与胆汁酸的结合。代谢流行病学研究显示:结肠癌的发生率和粪便中胆固醇的代谢产物与胆汁酸的含量具有高度的相关性。在动物实验中,也证明了胆汁酸和结肠癌的这种关系。有研究证实,大豆皂甙和胆汁酸有相互作用。Sidhu 和 Oakenfull 在体外的研究发现,大豆皂甙与胆酸可以形成较大的混合微团,类似的反应也在体内发生,从而减少了上消化道中游离胆酸的含量,降低胆酸从胃肠粘膜的吸收,增加了胆酸从粪便中排出,从而防治结肠癌的发生。

④上皮细胞增生的正常化。在结肠癌的发生过程中,胆酸使结肠粘膜上皮细胞异常增生,而当大豆皂甙与胆酸结合后,可使这种异常增生停止或异常增生的细胞正常化。

Wu C Y 和 Hsu C C 等通过对 7 000 个样品进行筛分的研究表明,大豆皂甙 I 是一种有效的和明确的唾液酸转移酶 (ST) 的抑制剂。许多研究报告表明,高浓度的唾液酸是与增强唾液酸转移酶 (ST) 的功能有关联的。而高浓度的唾液酸现象在某些病

理过程中被观察到,如致瘤的转化、肿瘤的转移、肿瘤的人侵等。由此可知大豆皂甙对肿瘤有一定的抑制作用。

## 2.6 抗病毒的作用

大豆皂甙的抗病毒作用是一个新的研究领域。据报道,大豆皂甙对单纯疱疹病毒 I 型、柯萨奇 B3 病毒的复制有明显抑制和直接杀灭作用,而对病毒已感染的细胞也有很强的保护作用。临床实验结果表明<sup>[27-29]</sup>,大豆皂甙对疱疹性口唇炎和口腔溃疡病的疗效分别为 88.8% 和 76.9%。Hayashi K 等在外体对 2 种大豆皂甙(大豆皂甙 I 和 大豆皂甙 II)的抗滤过性病原体的作用的研究表明,它们对单一疱疹病毒(HSV-1)有抵抗作用。并且在减少 HSV-1 的发生方面,大豆皂甙 II 比大豆皂甙 I 更有效。研究还发现,大豆皂甙 II 对人的细胞巨化病毒和流感病毒、免疫缺陷病毒的复制有抑制作用。这些作用并不能决定它们对病毒的渗透和蛋白的合成有抑制作用,但是有一定的杀病毒作用。李静波等<sup>[27]</sup>用 8 种病毒分别常规感染人羊膜细胞,证明大豆皂甙对某些病毒感染细胞具有明显的保护作用,能明显抑制 HSV-I, CoxB3 病毒的增殖;同时大豆皂甙不仅对 HSV-I、ADV-II 等 DNA 病毒有作用,并且对 Polio 和 CoxB3 等 RNA 病毒也有明显的作用,这一结果表明,大豆皂甙呈现出广谱的抗病毒能力。

Nakashima H 等<sup>[28]</sup>报道,大豆皂甙对人类艾滋病病毒具有一定的抑制作用,认为大豆皂甙在艾滋病的防治上可能具有积极作用。贺竹梅等<sup>[29]</sup>以猴免疫缺陷病毒(SIV)及相关细胞(CEMx-174)为模型,以 AZT 为阳性对照药物,观察大豆提取的皂甙复合物对细胞病变的影响。结果表明,大豆皂甙复合物具有明显的抗 SIV 的作用。SIV 和 HIV(人免疫缺陷病毒)同属慢病毒亚科,亲缘关系较为密切。以上的实验结果表明,大豆皂甙对 AIDS(艾滋病)有一定的作用。

## 2.7 其他的生理功能

关于大豆皂甙生理功能的研究报道<sup>[27-32]</sup>很多,如大豆皂甙可以加强中枢交感神经的活动,通过外周交感神经节后纤维释放去甲肾上腺素和肾上腺髓质分泌的肾上腺素作用于血管平滑肌的  $\alpha$  受体,使血管收缩;作用于心脏的  $\beta$  受体,加快心率和增强心肌的收缩力而引起血压升高。此外,

大豆皂甙还具有抗衰老,防止动脉粥样硬化,抗石棉尘毒性等作用。

## 3 大豆皂甙分析检测方法

### 3.1 光谱法

光谱法是利用已知浓度物质在特定波长处吸光度值绘制出标准曲线以测定其物质浓度的方法。光谱法主要分为紫外分光光度法和可见光分光光度法。

**3.1.1 紫外分光光度法** 大豆皂甙甙元三萜烯结构在紫外 205 nm 处附近有最大吸收,且在此波长处各个单体组分之间吸收差异不大,通过紫外检测器扫描后峰数目较少,这就为紫外分光光度法测定其含量创造了条件。由于大豆皂甙标准样品难以制得,一般选用与其结构相似的物质作为标准物。黄贤校等<sup>[33]</sup>利用齐墩果酸作标准品绘制标准曲线,并建立相应回归方程,由此测定大豆总皂甙含量。杨华明<sup>[34]</sup>在测定糖肽酮萜素中大豆总皂甙含量时,使用人参皂甙为标准品,并测定其在 205 nm 处吸光度值绘制标准曲线。某些溶剂在 205 nm 处可能存在吸收,使紫外分光光度法测定大豆皂甙含量是否准确尚待进一步证明。

**3.1.2 可见光分光光度法** 大豆皂甙在强酸催化下可与特殊试剂(如香草醛等)在可见光区域(515 ~ 560 nm)产生吸收,因此,可在此波长处测定其吸光度值对其进行定量。董怀海等<sup>[35]</sup>对酸催化香草醛显色条件进行优化,主要是对酸的选取,反应时间、温度进行筛选,并将其用于测定大豆胚芽水提液中的总皂甙。

### 3.2 色谱法

色谱法是比较常用于大豆皂甙分析检测的方法之一。该方法在天然产物分离分析中仍具有无可替代位置。

**3.2.1 薄层色谱法** 由于各族大豆皂甙之间所连接糖链数目和官能团,特别是羟基个数的不同造成它们之间有细微的极性差异,薄层色谱法就是利用这种差异,通过展开剂在带动样品移动过程中硅胶对不同物质吸附作用力不同而达到分离目的。早在 1966 年, Gestetnet 就用薄层色谱法分离出水解后纯化的大豆皂甙,然后以重量法测定

脱脂豆粕中皂甙含量为 1.9% ~ 2.5%。后来 Fenwick 将大豆皂甙通过薄层色谱分离,在 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 乙醇溶液加热显色后,通过薄层扫描测定出大豆中皂甙含量为 5.6%。

**3.2.2 气相色谱法** 由于皂甙是一个极性大分子,不容易被气化,且它在高温情况下易裂解为小分子物质,这就导致气相色谱法应用于大豆皂甙分析受到限制。所以这种方法几乎都用来分析大豆皂甙糖配体。

**3.2.3 高效液相色谱法(HPLC)** 因为大豆皂甙具有不易挥发和强极性等特点,所以 HPLC 是检测大豆皂甙最有效的方法,广泛应用于检测大豆皂甙及其甙元。Amarowicz 和 Okubo 用 LichrosorbRP18 柱以甲醇:丙醇:水:甲酸(32:4:63:0.1)为流动相选用 RJ 作为检测器分析大豆皂甙。Shiraiwa 等利用 C18 柱以甲腈:丙醇:水:甲酸(32:4:63:0.1)作为流动相在紫外 205 nm 处检测大豆皂甙成分。Ruiz 等在 1995 - 1996 年先后研究并使用 Ultrasphere C18 柱以甲腈:甲酸(1 000:0.3)或水:甲酸:EDTA(1 000:0.3:0.15)为流动相,用紫外检测器在 205 nm 处检测大豆皂甙。全吉淑等<sup>[36]</sup>应用反相高效液卡 H 色谱法,采用 ODSAM-303 色谱柱(YMC, 4.6 mm × 250 mm, 5 μm),以含 1 mL 三氟乙酸的乙腈:水(40:60)作为流动相,210 nm 为检测波长,对大豆皂甙 Ba 和 Bb 分别在 2.24 ~ 11.20 g 和 2.35 ~ 11.80 g 范围内进行检测。结果发现,该条件适于 B 族大豆皂甙含量测定。Decroos 等用 HPLC 和 ELSD (evaporative light scattering detection) 同时对连有不同基团皂甙进行定量。

## 4 大豆皂甙开发利用与前景

### 4.1 在食品上的应用<sup>[31,37]</sup>

大豆皂甙具有发泡性和乳化性,可在食品中作为添加剂。日本学者在此领域研究的较为深入,开发研制了含大豆皂甙的保健食品、减肥食品及皂甙汁、皂甙饮料等。

### 4.2 在药品上的应用

大豆皂甙的多种生理功能如降血脂、抗氧化、抗动脉粥样硬化、免疫调节等决定了它在药物方面应用的广泛前景。国外报道大豆皂甙有可能被

开发为治疗心血管疾病的药物,通过降低血浆中胆固醇含量<sup>[38]</sup>,抑制血栓形成,从而降低心血管疾病的发生。同时,根据大豆皂甙可降低血中胆固醇和甘油三酯的特性,国外有学者将其用于减肥药品的研制,并取得一定的成果。

### 4.3 在化妆品上的应用

大豆皂甙在化妆品中的应用,在国外早有报道<sup>[14,30,31]</sup>,日本学者已经研究出含有大豆皂甙的化妆品,并申请了专利。其实用效果已经得到了证实。大豆皂甙可阻止由脂质过氧化引起的皮肤疾病,减少皮肤病的发生。大豆皂甙具有发泡性和乳化性,也可在医药及某些化妆品中广泛用作添加剂。

在未来的研究和开发中,可以应用生物技术来培育高含量皂甙的大豆,同时也要提高提取分离技术,这样可以分离到较多和较纯大豆皂甙化合物,研制出各种含活性成分的食品、药品和保健品等,尽快投入市场,改善和保护人类的身体健康,这必将获得较大的经济和社会效益。

## 参 考 文 献

- [1] 王章存. 大豆皂甙的研究进展[J]. 中草药, 1995, 26(11): 607 - 610.
- [2] Fenwick G R, Price K R, Tsukamoto C, *et al.* Saponins[A]. In: Mello F J P D, Duffus C M, Duffus J H. (Eds.), Saponins in toxic substances in crop plants[M]. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1991, 285 - 327.
- [3] Kudou S, Okubo K, Uchida T, *et al.* Soybean saponin and isoflavonoids: structure and antiviral activity against human immunodeficiency virus *in vitro* [J]. ACS Symposium Series. 1994, 546: 330 - 339.
- [4] Shiraiwa M, Yamauchi A. Inheritance of group A saponin in soybean seed [J]. Agric. Biol. Chem., 1990, 54 (6): 1347 - 1352.
- [5] Shiraiwa M. Composition and structure of "group A saponin" in soybean seed [J]. Agric. Biol. Chem., 1991, 55(2): 315 - 322.
- [6] 黄贤校, 谷克仁. 大豆皂甙研究进展[J]. 粮食与油脂, 2006, 3: 9 - 12.
- [7] Shiraiwa M, Harada K, Okubo K, *et al.* Composition and structure of "group B saponin" in soybean seed [J]. Agric. Biol. Chem., 1991, 55 (4): 911 - 917.
- [8] Kudou S, Tonomura M, Tsukamoto C, *et al.* Isolation and structural elucidation of DDMP-conjugated soyasaponins as genuine saponins from soybean seeds [J]. Biosci. Biotech. Biochem., 1993, 57: 546 - 550.
- [9] Kudou S, Tonomura M, Tsukamoto C, *et al.* Isolation and structural elucidation of main genuine soybean saponin [J]. Biosci. Biotech. Biochem., 1992, 56 (1): 142 - 143.
- [10] Kudou S, Tonomura M, Tsukamoto C, *et al.* Structural elucidation

- tion and physiological properties of genuine soybean saponins [J]. ACS Symposium Series, 1994, 546: 340 - 348.
- [11] Tsukamoto C, Kikuchi A, Kudou S, *et al.*. Group A acetyl saponin deficient mutant from the wild soybean [J]. Phy. to Chem., 1992, 31 (12): 4139 - 4142.
- [12] 大久保一良. 大豆のDMF (drymouthfeel, 不快味) 成分と大豆食品加工[J]. 日本食品工业会志, 1988, 35: 866 - 874.
- [13] 孙向东. 大豆皂甙的研究开发现状[J]. 粮油加工与食品机械, 2006, (6): 26 - 28.
- [14] 吉川雅之. 药用食物にみみ生理機能: 大豆[J]. 食品と科学, 1999, 5: 35 - 39.
- [15] 吴 冷. 大豆中的皂角甙[J]. 中国乳品工业, 1997, 25 (4): 27 - 28.
- [16] 焦连庆, 于 敏. 豆类作物中的大豆皂甙研究概况[J]. 大豆科学, 1994, 13 (2): 164 - 166.
- [17] 郁利平. 大豆皂甙对小鼠细胞免疫功能的增强作用[J]. 中国免疫学杂志, 1992, 8: 191.
- [18] 金吉淑. 大豆异黄酮和皂甙抗氧化作用的研究[J]. 营养卫生, 2003, 24 (11): 121 - 123.
- [19] 陈 静. 大豆皂甙对电离辐射诱发细胞遗传学损伤的影响[J]. 实用肿瘤学杂志, 1995, 4: 77.
- [20] Kubo M, Matsuda H, Tanj T. Effects of soyasaponins on experimental disseminated intravascular coagulation [J]. Chem. Pharm. Bull., 1984, 32: 1467.
- [21] 孙学斌. 大豆皂甙及其抗肿瘤作用[J]. 木本植物研究, 2000, 20 (3): 328 - 331.
- [22] Rao A V, Sung M K. Saponins as anticarcinogens [J]. J. Nutr., 1995, 125: 717 - 724.
- [23] Sung M K, Kendall C W, Rao A V, *et al.*. Effect of soybean saponins and gypsophilla saponin on morphology of colon carcinoma cells in culture [J]. Food and Chem. Toxic., 1995, 33 (5): 357 - 366.
- [24] 李百祥, 刘家仁. 大豆皂甙对人胃癌细胞的生长抑制作用 [J]. 癌变畸变突变, 2001, 13 (4): 272 - 273.
- [25] 胡学烟, 王兴国. 大豆皂甙的研究进展(II) [J]. 中国油脂, 2001, 26 (5): 81 - 84.
- [26] 唐传核, 杨晓泉, 彭志英. 大豆皂甙最新研究概况[J]. 大豆科学, 2001, 20 (1): 60 - 65.
- [27] 李静波. 大豆皂甙对病毒的抑制作用及临床应用研究[J]. 中草药, 1994, 25 (10): 524 - 526.
- [28] Nakashima H, Okubo K, Honda H, *et al.*. Inhibitory effect of glycosides like saponin from soybean on infectivity of HIV *in vitro* [J]. AIDS, 1989, 3: 655 - 658.
- [29] 贺竹梅, 张奉学, 邓文娣, 等. 大豆皂甙复合物抑制猴免疫缺陷病毒活性的观察[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4 (4): 383 - 385.
- [30] 吉诚由美子, 大久保一良. 大豆サホニンの機能性[J]. 食品と开发, 1999, 34 (7): 7 - 11.
- [31] 吴 定, 路桂红. 保健功能因子大豆皂甙及其开发[J]. 食品研究与开发, 1996, 17 (3): 47 - 49.
- [32] Hayashi K, Hayashi H, Hiraoka N. Inhibitory activity of soyasaponin II on virus replication *in vitro* [J]. Planta. Med., 1997, 63 (2): 102 - 105.
- [33] 黄贤校, 谷克仁, 周 菲. 紫外分光光度法测定火豆皂甙含量[J]. 粮食油脂, 2005, 10: 44 - 45.
- [34] 杨华明, 祁红伟. 紫外分光光度法测定糖肽酮萜素中大豆皂甙含量[J]. 中国饲料, 2004, 22: 24 - 25.
- [35] 董怀海, 符文英. 比色法测定大豆皂甙的研究[J]. 中国油脂, 2001, 26 (3): 57 - 59.
- [36] 全吉淑, 尹学哲, 工藤重光. 高效液相色谱法测定大豆胚乳中大豆皂甙 Ba 和 Bb 含量[J]. 延边大学医学院学报, 2002, 25 (4): 235 - 237.
- [37] 杨 光, 顾雪峰, 韩 俊. 大豆皂甙的提取、生理功能及应用进展[J]. 大豆通报, 2005, 6: 23 - 26.
- [38] 许金新. 大豆皂甙的生理功能以及应用[J]. 饲料博览, 2003, 10 (3): 11 - 12.

## 《中国农业科技导报》诚邀您的加盟

《中国农业科技导报》是由科学技术部主管, 中国农村技术开发中心主办, 中国农业科学院生物技术研究所承办的全国性、综合性学术刊物, 国内外公开发行人。本刊是中国科技核心期刊, 在全国农业科技管理和研发领域中影响广泛。

为满足广大读者和用户的需要,《中国农业科技导报》拟扩大广告版面, 以全新的理念和新颖的设计为您搭建一个展示形象和宣传产品的平台。我们真诚地欢迎国内外农业科研机构、优秀科研团队及高新技术企业在《中国农业科技

导报》这个云集农业高新技术创新成果的宣传窗口展示企业形象, 发布创新成果和高科技产品信息等, 这里将是您展示企业文化、宣传产品信息和扩大知名度的理想选择, 您定会收获巨大回报带来的喜悦。

本刊将以严谨的态度和诚实的信誉为您提供最优质的服务。广告业务详情请咨询本刊编辑部。

联系人: 赖婧滢 孙丽萍

电 话: 010-68919847 010-62127682

E-mail: bicaas@caas.net.cn