

实用天然产物手册

天然色素

● 项 斌 高建荣 主编



化学工业出版社

实用天然产物手册

天 然 色 素

项 斌 高建荣 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

天然色素/项斌,高建荣主编. —北京:化学
工业出版社,2004

(实用天然产物手册)

ISBN 7-5025-5613-3

I. 天… II. ①项…②高… III. 色素-手册
IV. Q586-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 050322 号

实用天然产物手册

天 然 色 素

项 斌 高建荣 主编

责任编辑:徐 蔓

文字编辑:林 媛

责任校对:顾淑云

封面设计:蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话:(010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 20¼ 字数 567 千字

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5613-3/TQ·2006

定 价:45.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《实用天然产物手册》编委会

主编 杨峻山

编委 杨秀伟 赵玉英 庾石山 杨峻山

赵毅民 林瑞超 林文翰 张致平

邓明鲁 吴良士 项 彬

序 言

天然产物是指天然存在的物质,包括人、动物、植物、矿物、昆虫、海洋生物以及微生物等。也有学者将动物、植物、昆虫、海洋生物和微生物体内的组成成分或其代谢产物以及人和动物体内许许多多内源性的化学成分统称作天然产物,其中主要包括蛋白质、多肽、氨基酸、核酸、各种酶类、单糖、寡糖、多糖、糖蛋白、树脂、胶体物、木质素、维生素、脂肪、油脂、蜡、生物碱、挥发油、黄酮、糖苷类、萜类、苯丙素类、有机酸、酚类、醌类、内酯、甾体化合物、鞣酸类、抗生素类等天然存在的化学成分。

人类在其进化过程中,首先接触的和赖以生存的都是这些天然物质,给我们提供了食物、衣物、防病治病的药物和日常使用的东西。早期人类就是利用大自然为我们提供的这些天然物质生存、繁衍。随着人类社会的发展,逐渐对大自然加深认识,懂得了如何利用这些天然物质,改造加工这些天然物质,使它们更好地为人类服务。特别是近代科学技术的迅猛发展,人们逐渐地对组成这些天然物质的化学成分或其代谢产物进行深入的研究,从分子水平上认识这些天然物质,并进一步研究它们的利用价值,从而发现人类生存需要的蛋白质、维生素、脂肪、碳水化合物以及用以防病治病的药物、防治病虫害的农药、人们日常生活中的香料、甜味料、色素、保健饮料以及化学工业用的各种化学原料等。人类进入 21 世纪以来,世界上掀起了回归大自然的热潮,天然产物与人们生活的关系也到了一个新的阶段,天然产物似乎成了人们最为依赖和信任的朋友。

我们国家地大物博,自然资源非常丰富。在我国数千年发展的历史长河中,人们为了生存,很早就对大自然有了较为深入的认识,并掌握了如何利用大自然的资源,为我们生产更好更多的产品,为人类的生活生产服务,在同各种疾病的斗争中积累了丰富的经验,创造了人类独一无二的中医中药,是我们国家民族文化的瑰宝,对我国的繁荣昌盛发挥了巨大作用,也是我国人民对人类做出的巨大贡献。但是由于历史上的各种原因,我国在天然物质的开发利用中相对滞后。为了充分合理利用我国的自然资源,发展我国在天然物质的现代研究,提高我们的研究水平,同时也为更好地利用这些天然产物,发展我们的化学工业、制药工业、香料工业、保健食品、化妆品工业等,我们将国内外报道的具有生物学活性和实用价值天然产物汇编成册,以供同行在开发利用我国的自然资源的实践中参考。

本书第一批共十二个分册:生物碱;黄酮类;皂苷类;萜类;苯丙素;其他天然产物;海洋天然产物;抗生素与微生物产生的生物活性物质;动物药物;生化药物;岩石与矿物;天然色素。

本书内容丰富详实,特色突出,不仅是正在学习的研究生的必备参考书,也是研究人员案头的得力工具,既是从事天然产物开发的重要数据库,也是各大企业技术人员对产品质量控制、工艺研究、开发新产品的重要参考资料。成书后,会更进一步推动天然物质的研究,提高研究水平。同时也会起到更加合理地利用我国自然资源、发扬光大我国传统医学的作用,使之达到永续利用。使我国的天然产物产品走上国际市场。

前 言

从古代开始,人类就已经使用天然色素。如在北魏贾思勰的《齐民要术》中记述了红花栽培和制备染料的方法;晋代张华《博物志》中记载了用红花作胭脂的方法;明代宋应星《天工开物》中记述了红花饼的制作方法;《韩非子》中记载了战国时期齐国多用紫草染丝绸;在《食经》和《齐民要术》等书中,就有利用天然植物色素对酒和食品着色的记载。近年来,随着人类对化学合成色素的认识和对生活质量要求的提高,天然色素的应用和开发越来越受到人类的关注和重视。

天然色素有以下优点:①副作用小,安全性高;②有些对疾病具有防治作用;③含有人体必需的营养物质,兼有营养的效果,如核黄素本身就是一种维生素,而 β -胡萝卜素具有维生素的活性;④色调比较自然,能更好地模仿天然着色。但也有缺点:①部分天然色素对热、氧、金属等敏感,稳定性较差;②染色均匀性差,染色力差;③对pH值变化敏感,其色调一般随pH值变化而发生变化;④种类繁多,性质复杂;⑤价格较高;⑥应用范围较窄。当然有些缺点是可以改进措施来克服,如设法纯化产品,或加入稳定剂、抗氧化剂等添加剂可减少褪色和变色,增加其稳定性。

天然色素按来源和性质,可分为植物、动物、微生物和矿物色素。矿物色素大多对人体有害,现已不再用于食品的着色,动物、微生物色素的应用也较少。而植物色素是天然色素应用最多的一类,其使用非常广泛。作为重要的食品添加剂,它可以广泛应用于饮料、糖果、糕点、酒类等食品的着色;也可以用于医疗保健品、化妆品的着色。植物色素的研究和开发有着广阔的前景和发展潜力。

植物色素可分为类胡萝卜类、类黄酮化合物、多酚类化合物、醌类化合物、叶绿素类、生物碱类化合物、二酮类化合物、吲哚类化合物和其他植物色素。

类胡萝卜类色素也称多烯色素、多萜烯色素,其结构由4~8个异戊二烯分子组成,一般具有共轭的双键。类胡萝卜素广泛存在于自然界中,其种类非常繁多,是天然色素的一个主要方向,光目前已知结构的类胡萝卜素就达1000多个,并且不断有新的报道。类胡萝卜类色素有广泛的用途,不仅可用作食品、药物、化妆品和饲料的添加剂和着色剂,还有提高免疫力、抗氧化作用等功能。此类色素可分为:①胡萝卜类,也称多烯烃类、多萜烯类,如番茄红素、 α -胡萝卜素、 β -胡萝卜素、 γ -胡萝卜素等;②叶黄素类,其结构是共轭多烯烃的加氧衍生物,如玉米黄素、胭脂树橙色素、藏花酸等,此类色素又可分为多烯酮类(多萜烯酮类)和多烯酸类(多萜烯酸类)。

为系统考虑,本书将胡萝卜素类单独成节,将其中动物来源、海洋生物来源及微生物来源的品种如虾青素等均列于此节中放入植物来源色素一章。

类黄酮类色素具有2-苯基苯并吡喃和2-苯基苯并吡喃酮的结构。具有前者结构的也称花青素类色素,为花色素的基元,如矢车菊色素、飞燕草色素等;后者也称花黄素类,如高粱色素、菊花黄素等。

多酚类色素指除了类黄酮化合物以外的其他含有多酚的化合物,如单宁、茶黄素等。

醌类色素指含有醌结构的色素化合物,一般含有萘醌的结构,如胡桃醌、散沫花棕、紫草色素等。

叶绿素类色素,也称吡咯色素,如叶绿素A和叶绿素B等。

生物碱类色素指和生物碱有相似结构的化合物,如黄连素、甜菜红苷等。

二酮类色素,也称姜黄类色素,具有1,3-二酮的结构,如姜黄、郁金香素。

吲哚类色素,也称靛蓝类色素。

色素的提取主要有下列方法：溶剂提取法、压榨法、粉碎法、酶反应法、培养法等。

在各种提取方法中，溶剂提取法的工艺简单、设备投资小、技术易掌握、适用范围最广，是目前较普遍采用的方法。在该法中，一般用水或亲水性有机溶剂乙醇、甲醇、丙酮等提取水溶性色素，而用己烷、二氯甲烷、石油醚等提取脂溶性色素。水是提取水溶性色素最常用的溶剂，为了提高色素的提取率，常用酸水或碱水。如碱水可用来提取黄酮、蒽醌、酚类等色素成分，酸水或酸性乙醇常用于提取花色素类。

压榨法，利用挤压的方法，将粉碎后的新鲜植物的叶、果、皮中色素成分随植物浆液挤压出来。该法适宜于水溶性色素的提取，但压榨出来的成分过于复杂，需用其他方法精制。

酶反应法，即通过酶反应产生所需要的颜色，再用其他方法提取出来。如经酶处理产生的靛蓝色素、红色素。

培养法，是将菌株散布于培养基中，培养后干燥、粉碎、浸提得到色素，如蓝藻色素。

在植物色素的提取中，还有一些近年来发展起来的先进技术，如微波提取、超临界 CO₂ 萃取、冷冻技术等，这些先进的方法提取得到的色素质量一般较好。

本书共收集植物来源、动物来源、矿物来源及微生物来源的天然色素约 600 种。由于植物来源品种较多，又按结构分成 10 类。这些天然色素大部分用于食品、药物及化妆品等，还有少量用于纺织、艺术等。每个品种给出了中文名称、英文名称、异名、化学式（结构式、分子式）、性质、来源及提取方法、用途等。每个品种后都给出其文献来源。部分品种给出了光谱数据。

天然色素很多是混合物，使用后毒性小，但也有染色不稳定等缺点。天然来源也成为其成本较高的因素。但其在安全性方面的优越性随社会的发展和人们需求的提高将日显突出。可以预计，随着技术的进步和设备的先进，天然色素的应用将更加深入，更加广泛。

编者

2004 年 3 月

内 容 提 要

本书是《实用天然产物手册》中的一本。近年来,随着人们对化学合成色素的认识和对生活质量要求的提高,天然色素的应用和开发越来越受到人们的关注和重视。

本书按天然色素的来源分类,分别介绍了植物、动物、微生物和矿物色素。其中,植物色素是天然色素应用最多的一类,它可以广泛应用于饮料、糖果等食品的着色;也可以用于医疗保健品、化妆品的着色。本书将植物色素分为类胡萝卜素类、类黄酮化合物、多酚类化合物、醌类化合物、叶绿素类、生物碱类化合物、二酮类化合物、吡啶类化合物和其他植物色素几类进行介绍。本书特意对各种来源的胡萝卜素加以介绍放在 A_j 部分。

对于每一种色素,本书都详细列出其异名、成分、性质与指标、来源、用途。

本书内容新颖,简洁,实用。可供食品、医药、化妆品等行业技术人员参考,也可作为高等院校相关专业师生的参考书。

目 录

A 植物来源色素

Aa 类胡萝卜类.....	1	Ab008 甘草色素.....	19
Aa001 番茄色素.....	1	Ab009 乌拉尔甘草色素.....	19
Aa002 天然胡萝卜素.....	1	Ab010 高粱色素.....	20
Aa003 混合类胡萝卜素.....	2	Ab011 菊花黄色素.....	21
Aa004 玉米黄.....	2	Ab012 红花红色素.....	22
Aa005 玉米皮色素.....	3	Ab013 红花素.....	22
Aa006 胭脂树橙色素.....	3	Ab014 红花黄色素.....	23
Aa007 藏红花色素.....	4	Ab015 红花黄 A.....	24
Aa008 栀子黄色素.....	5	Ab016 红花黄 C.....	25
Aa009 栀子绿色素.....	6	Ab017 Safflor Yellow A.....	25
Aa010 辣椒红.....	6	Ab018 Safflor Yellow B.....	26
Aa011 甜椒红色素.....	7	Ab019 草莓色素.....	26
Aa012 辣椒橙.....	8	Ab020 黑莓果天然黑红色素.....	27
Aa013 南瓜黄色素.....	8	Ab021 木莓色素.....	27
Aa014 沙棘黄.....	9	Ab022 红球甘蓝.....	27
Aa015 沙棘籽壳色素.....	9	Ab023 紫甘蓝色素.....	28
Aa016 密蒙黄色素.....	10	Ab024 接骨木色素.....	29
Aa017 矮象草色素.....	10	Ab025 萝卜红.....	29
Aa018 柑橘皮黄色素.....	10	Ab026 胭脂萝卜色素.....	30
Aa019 脐橙皮色素.....	11	Ab027 越橘红.....	30
Aa020 苜蓿色素.....	12	Ab028 黑米色素.....	31
Aa021 万寿菊色素.....	12	Ab029 黑糯米黑色素.....	32
Aa022 金盏菊色素.....	12	Ab030 黑豆红.....	33
Aa023 柑橘黄.....	13	Ab031 黑芝麻色素.....	34
Aa024 枸杞色素.....	13	Ab032 紫萼花色素.....	34
Aa025 银杏黄色素.....	14	Ab033 紫皮向日葵籽皮色素.....	34
Aa026 苦瓜色素.....	14	Ab034 黑向日葵籽壳色素.....	35
Aa027 蒲公英色素.....	15	Ab035 蜀葵花红色素.....	35
Ab 类黄酮化合物.....	15	Ab036 椰柿色素.....	36
Ab001 牵牛花色素.....	15	Ab037 玫瑰色素.....	36
Ab002 紫苏色素.....	16	Ab038 苦水玫瑰色素.....	37
Ab003 紫玉米色素.....	16	Ab039 玫瑰茄红.....	37
Ab004 葡萄皮色素.....	17	Ab040 紫叶小檗红色素.....	38
Ab005 葡萄汁色素.....	18	Ab041 紫叶小檗叶片红色素.....	38
Ab006 葡萄皮紫色素.....	19	Ab042 黑果小檗色素.....	38
Ab007 葡萄籽色素.....	19	Ab043 构树果色素.....	39

Ab044	榆叶梅色素	39
Ab045	红菜苔色素	39
Ab046	柚皮色素	40
Ab047	杨梅色素	40
Ab048	天然苋菜红	41
Ab049	茶棕色素	41
Ab050	凌霄花红色素	42
Ab051	儿茶黑	42
Ab052	儿茶素	42
Ab053	槐米	43
Ab054	赤豆色素	43
Ab055	赤豆皮色素	43
Ab056	赤豆皮褐色素	44
Ab057	洋葱色素	44
Ab058	洋葱表皮色素	44
Ab059	橡子壳棕	45
Ab060	绒花红色素	45
Ab061	一串红花色素	45
Ab062	大花美人蕉红色素	46
Ab063	鸡冠花色素	47
Ab064	月季花红色素	47
Ab065	黑加仑色素	48
Ab066	红加仑色素	48
Ab067	紫菜藻色素	49
Ab068	紫菜苔色素	49
Ab069	黄刺玫色素	49
Ab070	桑椹红色素	50
Ab071	槐豆胚芽色素	50
Ab072	花生衣红	51
Ab073	核桃色素	51
Ab074	美洲山核桃色素	51
Ab075	紫青芋色素	52
Ab076	紫山药色素	52
Ab077	红米红	52
Ab078	紫檀红色素	53
Ab079	紫檀素	53
Ab080	苏木色素	53
Ab081	洋苏木色素	54
Ab082	牛油树果色素	54
Ab083	蓝锭果红	54
Ab084	罗望子色素	55
Ab085	薯蓣色素	55
Ab086	大理花红色素	55
Ab087	大理花黄色素	56

Ab088	紫荆花红色素	56
Ab089	红肉李色素	56
Ab090	板栗壳色素	57
Ab091	山楂色素	57
Ab092	黑果枸杞色素	58
Ab093	乌饭树果色素	58
Ab094	乌饭树叶色素	59
Ab095	女贞果皮天然紫(红)色素	59
Ab096	日本女贞果红色素	59
Ab097	地苳果红色素	60
Ab098	火棘果色素	60
Ab099	櫻桃色素	61
Ab100	雪峰红櫻红色色素液	61
Ab101	康乃馨花红色素	61
Ab102	火炬树色素	62
Ab103	紫甘薯红色素	62
Ab104	芸豆色素	63
Ab105	灰白果莓红色素	63
Ab106	灵芝色素	64
Ab107	牛蒡叶色素	64
Ab108	乌米色素	64
Ab109	桃金娘色素	65
Ab110	勾儿茶果色素	65
Ab111	河东乌麦色素	66
Ab112	木棉花红色素	66
Ab113	松籽壳色素	67
Ab114	虞美人色素	67
Ab115	紫红薯色素	68
Ab116	亚麻籽色素	68
Ab117	天仙果红色素	68
Ab118	大花葵色素	68
Ab119	紫苕色素	69
Ab120	欧李红色素	69
Ab121	印花黄	69
Ab122	野牡丹色素	69
Ab123	杜鹃花色素	70
Ab124	山兰红色素	70
Ab125	笃斯色素	70
Ab126	氯化氰定	71
Ab127	矢车菊素-3-葡萄糖苷	71
Ab128	矢车菊素-3,5-双葡萄糖苷	72
Ab129	矢车菊素-3-槐糖苷	72
Ab130	矢车菊素-3-半乳糖苷	72
Ab131	矢车菊素-3-鼠李葡萄糖苷	73

Ab132	翠雀素	73	Ac007	儿茶黑色素	91
Ab133	翠雀素-3-葡萄糖苷	74	Ac008	金樱子棕	91
Ab134	翠雀素-3,5-双葡萄糖苷	74	Ad	醌类化合物	92
Ab135	翠雀素-3- α -鼠李糖苷-5- β -葡萄糖苷	74	Ad001	散沫花棕	92
Ab136	锦葵色素	75	Ad002	黄钟花醌	92
Ab137	锦葵色素-3-葡萄糖苷	75	Ad003	胡桃醌	93
Ab138	锦葵色素-3,5-双葡萄糖苷	76	Ad004	茜素	93
Ab139	锦葵色素-3- α -鼠李糖苷-5- β -葡萄糖苷	76	Ad005	羟基茜草素	94
Ab140	锦葵色素-3-半乳糖苷	77	Ad006	伪羟基茜草素	95
Ab141	3'-甲花翠素	77	Ad007	甲基异茜草素	95
Ab142	3'-甲花翠素-3,5-双葡萄糖苷	77	Ad008	茜草酸	95
Ab143	3'-甲花翠素-3- α -鼠李糖苷-5- β -葡萄糖苷	78	Ad009	茜根酸	96
Ab144	天竺葵色素	78	Ad010	异茜草素	96
Ab145	天竺葵色素-3,5-双葡萄糖苷	79	Ad011	茜草红色素	96
Ab146	天竺葵色素-3-葡萄糖苷	79	Ad012	紫草红	97
Ab147	桑色素	80	Ad013	紫草色素	98
Ab148	芹菜素	80	Ad014	紫蓝红色素	98
Ab149	柚皮苷	81	Ad015	紫草素	99
Ab150	栲精	81	Ad016	紫草宁	99
Ab151	栲素	82	Ad017	紫草烷	100
Ab152	槲皮苷-3-葡萄糖苷酸	82	Ad018	大黄素	100
Ab153	鼠李醚	83	Ad019	大黄素-3-甲醚	100
Ab154	异鼠李醚	83	Ad020	大黄根酸	101
Ab155	鼠李苷	84	Ad021	海胆色素	101
Ab156	非瑟酮	84	Ad022	虎杖色素	101
Ab157	芦丁	84	Ad023	凤仙花红色素	102
Ab158	染料木黄酮	86	Ad024	决明子红色素	102
Ab159	橡精	86	Ad025	Soranjidiol	103
Ab160	棉子皮亭	86	Ad026	桑酮	103
Ab161	茨非醇	87	Ae	叶绿素类	104
Ab162	藤黄菌素	87	Ae001	叶绿酸	104
Ab163	车轴草醇	87	Ae002	叶绿素	104
Ab164	Quercimeritrin	88	Ae003	叶绿素 a	105
Ab165	Rhamnazin	88	Ae004	叶绿素 b	105
Ac	多酚类化合物	88	Ae005	叶绿素 c	106
Ac001	苏木黑	88	Ae006	叶绿素 d	106
Ac002	巴西红木红	89	Ae007	叶绿素铜络盐	107
Ac003	茶黄素	89	Ae008	叶绿素铜	107
Ac004	茶黄色素	90	Ae009	叶绿素铜钠	108
Ac005	薯蓣色素	90	Ae010	叶绿酸铁钠盐	109
Ac006	多穗柯棕	91	Ae011	叶绿素锌钠	110
			Ae012	脱镁叶绿酸 a	110
			Ae013	脱镁叶绿二酸 a	110
			Ae014	脱镁叶绿三酸 a	111

Ae015	茶绿素	111	Ai013	石榴皮色素	128
Ae016	水溶性茶绿素	112	Ai014	石榴花红色素	128
Ae017	绿茶粉	112	Ai015	萝卜缨绿色素	129
Ae018	竹叶色素	112	Ai016	红豆皮色素	129
Ae019	竹叶粉	113	Ai017	小豆红色素	129
Ae020	菠菜色素	113	Ai018	冬泡红色素	130
Ae021	草莓绿色素	114	Ai019	苹果皮色素	130
Af	生物碱类化合物	114	Ai020	紫叶变叶木红色素	130
Af001	甜菜红	114	Ai021	香蕉果皮色素	130
Af002	商陆色素	115	Ai022	紫竹梅色素	131
Af003	落葵红	115	Ai023	枫叶黑色素	131
Af004	盐酸小檗碱	116	Ai024	荞麦皮红色素	131
Ag	二酮类化合物	117	Ai025	海州常山色素	132
Ag001	姜黄色素	117	Ai026	红苋菜色素	132
Ag002	水溶性姜黄色素	118	Ai027	竹荪色素	132
Ag003	姜黄油树脂	118	Ai028	酸浆果皮色素	132
Ag004	姜黄	118	Ai029	豹皮樟色素	133
Ag005	姜黄素	119	Ai030	甘薯色素	133
Ag006	郁金色素	119	Ai031	樟树叶棕黑色色素	133
Ag007	郁金香红色素	119	Ai032	棉花种胚色素	134
Ah	吡啶类化合物	120	Ai033	菠萝色素	134
Ah001	靛蓝	120	Ai034	楮果色素	134
Ah002	靛白	120	Ai035	刺桐花色素	134
Ah003	靛红	121	Ai036	中草药咖啡色素	135
Ah004	尿蓝母	121	Ai037	扶桑花红色素	135
Ah005	野靛	121	Ai038	栗子皮色素	136
Ah006	酸枣色素	122	Ai039	美蔷薇果色素	136
Ah007	酸枣皮色素	122	Ai040	三叶海棠色素	136
Ah008	枣红色素	122	Ai041	蕹菜色素	137
Ah009	大枣红色素	123	Ai042	马蹄皮色素	137
Ah010	长叶牛膝色素	123	Ai043	兰甸果色素	138
Ai	其他植物来源色素	123	Ai044	荔枝皮色素	138
Ai001	焦糖色	123	Ai045	南酸枣果皮色素	138
Ai002	乌贼色素	124	Ai046	叶子花红色素	138
Ai003	植物炭黑	125	Ai047	丝瓜籽色素	139
Ai004	可可炭黑	125	Ai048	荷兰菊色素	139
Ai005	植物油烟炭黑	125	Ai049	火龙果色素	139
Ai006	龙葵色素	126	Ai050	苔色素	140
Ai007	茄子色素	126	Ai051	苔红素	140
Ai008	螺旋藻黄色素	126	Ai052	石蕊	140
Ai009	汤饭子色素	127	Ai053	地衣赤染料萃取物	141
Ai010	蛇莓红色素	127	Ai054	翠雀灵	141
Ai011	稻绿核菌绿色素	127	Ai055	米团花色素	141
Ai012	石榴色素	128	Ai056	三棱柱蜜果天然色素	142

Ai057	松树皮色素	142	Aj037	叶黄素单胭脂树素酯	165
Ai058	仙人掌色素	142	Aj038	叶黄素双胭脂树素酯	165
Ai059	茶红色素	142	Aj039	叶黄素 B	166
Ai060	龙眼核棕色素	143	Aj040	叶黄素 D	166
Ai061	向日葵花色素	143	Aj041	叶黄素 F	167
Ai062	一品红红色素	143	Aj042	叶黄素 G	167
Ai063	菊苣色素	144	Aj043	胭脂树素	168
Aj	胡萝卜素化合物	144	Aj044	降胭脂树素	169
Aj001	番茄红素	144	Aj045	斑荇黄	170
Aj002	1,2-二氢番茄红素	145	Aj046	岩藻黄质	171
Aj003	六氢番茄红素	145	Aj047	异岩藻黄质	172
Aj004	八氢番茄红素	146	Aj048	异岩藻黄醇	173
Aj005	3,4-脱氢番茄红素	147	Aj049	隐黄质	173
Aj006	二羟基番茄红素	147	Aj050	α -隐黄质	174
Aj007	番茄紫素	147	Aj051	异隐黄质	174
Aj008	番茄黄素	148	Aj052	隐黄素	174
Aj009	4,4'-双阿朴番茄红素	148	Aj053	菊黄质	175
Aj010	α -胡萝卜素	149	Aj054	黄黄质	176
Aj011	β -胡萝卜素	150	Aj055	藏红花酸	176
Aj012	β,γ -胡萝卜素	151	Aj056	藏红花素	177
Aj013	γ -胡萝卜素	152	Aj057	海胆酮	178
Aj014	δ -胡萝卜素	152	Aj058	α -海胆酮	178
Aj015	ϵ -胡萝卜素	153	Aj059	2-羟基海胆酮	179
Aj016	γ,γ -胡萝卜素	153	Aj060	3-羟基海胆酮	179
Aj017	χ -胡萝卜素	153	Aj061	3'-羟基海胆酮	179
Aj018	不对称 χ -胡萝卜素	154	Aj062	辣椒红素	180
Aj019	β -胡萝卜素二环氧化物	154	Aj063	辣椒红素 3,6-环氧化物	181
Aj020	β,β -胡萝卜素-2,2'-二醇	155	Aj064	辣椒酮	182
Aj021	β,β -胡萝卜素-2-醇	155	Aj065	辣椒红呋喃素	183
Aj022	β,β -胡萝卜素-3,4'-二醇	155	Aj066	辣椒玉红素	183
Aj023	ϵ,ϵ -胡萝卜素-3,3'-二酮	156	Aj067	虾青素	184
Aj024	α -胡萝卜素-5,6-环氧化物	156	Aj068	(3 <i>R</i> ,3' <i>R</i>)-虾青素	186
Aj025	β -胡萝卜素环氧化物	156	Aj069	消旋虾青素	186
Aj026	β,ϵ -胡萝卜素-2-醇	157	Aj070	7,8,7',8'-四脱氢虾青素	187
Aj027	四氢- β -胡萝卜素	157	Aj071	虾红素	188
Aj028	β -阿朴-8'-胡萝卜素醛	157	Aj072	玄参红酸	189
Aj029	β -阿朴-8'-胡萝卜素酸乙酯	158	Aj073	β -柠乌素	189
Aj030	4-酮- γ -胡萝卜素	159	Aj074	紫杉紫素	189
Aj031	玉米黄质	159	Aj075	紫茵红醚	191
Aj032	(3 <i>S</i> ,3' <i>S</i>)-玉米黄质	160	Aj076	3,4-二氢紫茵红醚	191
Aj033	消旋玉米黄质	161	Aj077	3,4,3',4'-四氢紫茵红醚	192
Aj034	异玉米黄质	162	Aj078	玫红品	192
Aj035	紫黄质	162	Aj079	玉红黄素	192
Aj036	叶黄素	163	Aj080	深红醌	193

Aj081	深红醌 9	193	Aj125	Tunaxanthin C	218
Aj082	圆红酵母素	194	Aj126	Tunaxanthin D	218
Aj083	多甲藻黄素	194	Aj127	Tunaxanthin E	219
Aj084	异黄素	195	Aj128	Tunaxanthin F	219
Aj085	(3 <i>S</i> ,4 <i>R</i> ,3' <i>R</i>)-4-羟基异黄素	196	Aj129	Tunaxanthin G	220
Aj086	(3 <i>S</i> ,4 <i>S</i> ,3' <i>R</i>)-4-羟基异黄素	196	Aj130	Tunaxanthin H	220
Aj087	4,4'-二羟基异黄素	197	Aj131	Tunaxanthin I	221
Aj088	4-酮基异黄素	197	Aj132	Tunaxanthin J	221
Aj089	4-酮-4'-羟基异黄素	198	Aj133	Turbinaric acid	222
Aj090	链孢红素	198	Aj134	Vitixanthin	222
Aj091	4,4'-双阿朴链孢红素	199	Aj135	Dihydrovitixanthin	222
Aj092	硅藻黄质	200	Aj136	Bastaxanthin	223
Aj093	4,4'-二羟基硅藻黄质	200	Aj137	Cryptocapsin	223
Aj094	4-酮-4'-羟基硅藻黄质	201	Aj138	Renieratene	224
Aj095	岩藻黄醇	201	Aj139	7,8-Didehydrorenieratene	224
Aj096	管藻黄质	202	Aj140	β -Isorenieratene	225
Aj097	管藻素	202	Aj141	7,8-Didehydroisorenieratene	225
Aj098	球形烯	203	Aj142	Leprotene	225
Aj099	脱甲基球形烯	203	Aj143	Loroxanthin	226
Aj100	球形酮	204	Aj144	Mactraxanthin	226
Aj101	脱甲基球形酮	204	Aj145	Diadinochrome	227
Aj102	环紫黄质	204	Aj146	3,4-脱氢紫菌红素	227
Aj103	葫芦黄质 A	205	Aj147	紫菌红醇	228
Aj104	葫芦黄质 B	206	Aj148	3',4'-二氢紫菌红醇	228
Aj105	花药黄质	207	Aj149	脱水紫菌红醇	228
Aj106	花药黄质 B	208	Aj150	Chlorobactene	229
Aj107	顺式花药黄质	208	Aj151	Mytiloxanthin	229
Aj108	新黄质	209	Aj152	Mytiloxanthinone	230
Aj109	脱环氧新黄质	210	Aj153	Isomytiloxanthin	231
Aj110	柑橘黄质	210	Aj154	腐菌黄素	231
Aj111	金盏花黄质	210	Aj155	屈曲黄素	231
Aj112	阿番叶素	212	Aj156	2'-羟基屈曲黄素	232
Aj113	双鞭藻黄质	212	Aj157	4-Ketolutein D	232
Aj114	硅甲藻黄素 A	212	Aj158	4-Ketolutein F	233
Aj115	硅甲藻黄素 B	213	Aj159	Nostoxanthin	233
Aj116	Gobiusxanthin	214	Aj160	Asterinic Acid	233
Aj117	Luteoxanthin	214	Aj161	α -Doradexanthin	234
Aj118	Achilleol A	215	Aj162	Fritschiellaxanthin	235
Aj119	Crustaxanthin	215	Aj163	Papilioerythrone	236
Aj120	Eloxanthin	215	Aj164	Amarouciaxanthin A	236
Aj121	Mangicrocin	216	Aj165	Amarouciaxanthin B	237
Aj122	玉红色素	216	Aj166	β -Zeaxarotene	237
Aj123	Tunaxanthin A	217	Aj167	Bacteriorubuxanthin	238
Aj124	Tunaxanthin B	217	Aj168	Caloxanthin	238

Aj169	Chloroxanthin	239	Aj190	Ophioxanthol	249
Aj170	脱氧屈曲黄素	239	Aj191	Eutreptiellanone	249
Aj171	Parasiloxanthin	240	Aj192	Mutatoxanthin	250
Aj172	Dihydroparasiloxanthin	240	Aj193	Isocryptocanthin	250
Aj173	二氢球形烯	241	Aj194	黄色色素	250
Aj174	酮基紫茵红醚	241	Aj195	Renierapurpurin	251
Aj175	二酮紫茵红醚	241	Aj196	Roserythrin	251
Aj176	Erythroxanthin	242	Aj197	Actinioerythrol	251
Aj177	Eschscholtzxanthin	242	Aj198	Violerythrin	252
Aj178	Eschscholtzxanthone	243	Aj199	Agelaxanthin A	252
Aj179	Halocynthiaxanthin	244	Aj200	Agelaxanthin C	252
Aj180	菌紫素	244	Aj201	Aleuriaxanthin	252
Aj181	Pectenol	245	Aj202	金黄质	253
Aj182	Pectenol B	245	Aj203	金色素	253
Aj183	Pectenolone	246	Aj204	Celaxanthin	253
Aj184	Adonirubin	246	Aj205	Lycopersene	254
Aj185	Pyrrhoxanthin	247	Aj206	Docosahydrocarotene	254
Aj186	Torulene	248	Aj207	黄色素	254
Aj187	Cochloxanthin	248	Aj208	Heteroxanthin	255
Aj188	Lycopadiene	248	Aj209	β -胡萝卜素氧化物	255
Aj189	Persicaxanthin	249			

B 动物来源色素

B0001	胭脂红酸	256	B0013	鱼鳞箔	262
B0002	胭脂红色素	256	B0014	苏木藻色素	262
B0003	胭脂虫红	257	B0015	虾壳色素	262
B0004	胭脂虫红萃取液	257	B0016	对虾壳色素	262
B0005	胭脂酮酸	258	B0017	龙虾红色素	263
B0006	紫胶红色素	258	B0018	蟹壳色素	263
B0007	紫胶色酸 A	259	B0019	藻蓝色素	263
B0008	紫胶色酸 B	259	B0020	念珠藻蓝色色素	264
B0009	紫胶色酸 C	260	B0021	天蚕茧层绿色素	264
B0010	紫胶色酸 D	260	B0022	红心鸭蛋色素	265
B0011	紫胶色酸 E	261	B0023	紫菜色素	265
B0012	藻青素	261			

C 矿物来源色素

C0001	氧化铁红	266	C0006	四氧化三铁	268
C0002	朱砂	266	C0007	硫化镉	268
C0003	黑色硫化汞	267	C0008	孔雀石(绿)	268
C0004	二氧化钛	267	C0009	氧化铜	269
C0005	赭石	268	C0010	氧化亚铜	269

C0011	硫酸铜	269	C0020	群青	271
C0012	硫化亚铜	270	C0021	硅酸锰	272
C0013	砷酸钴	270	C0022	单氧化镍	272
C0014	碳酸钴	270	C0023	碳酸锌	272
C0015	铬酸铅	270	C0024	碱式碳酸锌	272
C0016	钼酸铅	271	C0025	氧化锌	272
C0017	硫酸铅	271	C0026	硫化锌	273
C0018	碳酸锰	271	C0027	兰玉髓	273
C0019	绿土	271			

D 微生物发酵色素

D0001	红曲色素	274	D0005	栀子红色素	276
D0002	红曲黄色素	275	D0006	可可色素	277
D0003	红曲米	275	D0007	法夫酵母色素	278
D0004	栀子蓝色素	275	D0008	竹黄色素	278

主要参考文献	279
中文索引	280
英文索引	291

A 植物来源色素

Aa 类胡萝卜素类

Aa001 番茄色素 Tomato Color

【异名】 日本天然 No 295

【成分】 主要成分为茄红素 (lycopene)。

【性质与指标】 暗红色粉末或油状液体。溶于乙醇和油脂，不溶于水。油溶液呈黄橙色。耐热和耐光性优良。对热、光稳定，并有抗氧化能力。 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 和 Zn^{2+} 对色素影响不大， Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 引起色素的损失较大， Fe^{2+} 、 Al^{3+} 引起的损失较少。

【来源】 以番茄 (*Lycopersicon esculentum*) 的果实为原料，用油脂提取，或先脱水，再用己烷、醋酸乙酯、95%乙醇、氯仿或丙酮等有机溶剂提取，然后真空浓缩，脱去溶剂，得到粉末状的番茄色素。也可在油提取液中加入乳化剂和稳定剂等制得乳化制剂。提取剂中以乙醚的提取效果最好，氯仿和丙酮次之，然后是苯和乙酸乙酯等。如用氯仿作为提取剂，料液比为 1:5，在 35℃ 下搅拌浸提 7h。也可用 95%乙醇作提取剂，逆流法 78℃ 浸提 5h。工艺流程如下：

番茄→捣碎成泥→有机溶剂浸提→提取液过滤→滤渣→回收有机溶剂→制备番茄酱
↓
滤液→真空浓缩→粗红色素→精制→成品

超临界 CO_2 提取法工艺条件为，压力 15~20MPa，温度 40~50℃，流量 20kg/h，时间 1~2h，可提取 90%以上的番茄红素。

有机溶剂萃取法和超临界 CO_2 提取法得到的色素，一般为混合物，主要含番茄红素等。

【用途】 用于各种番茄制品、肉类、汤料、酱类、糖果、小吃食品和面点等的着色，为红色着色剂。

【参考文献】 1. 张卫强，邓宇，番茄红素的提取工艺初步研究，中国食品添加剂，2001，(5)：20~22

2. 祝曙华，胡晓静，李远志，段翰英，黄苇，番茄红素的性质及提取方法，农牧产品开发，2001，(5)：14~15

3. 邓宇，杨燕，陆海燕，张卫强，番茄红素提取工艺的初步研究，化工科技，2002，10 (1)：11~14

4. 任云霞，刘海洋，丰淑红，郑洋，肖宇星，张坤生，番茄红素提取工艺的优化研究，食品工业科技，2002，(5)：33~35

5. 孙庆杰，丁霄霖，番茄红素稳定性的初步研究，食品与发酵工业，1998，24 (2)：47~49

Aa002 天然胡萝卜素 natural carotenes

【异名】 植物性胡萝卜素；藻类胡萝卜素；叶红素；extracted carotenes；carotenes natural

【成分】 主要成分为 β -胡萝卜素 (β -carotene)，还含有 α -胡萝卜素 (α -carotene)、 γ -胡萝卜素 (γ -carotene)、 δ -胡萝卜素 (δ -carotene) 和其他类胡萝卜素。其含量因来源不同，有所差异。如由胡萝卜为原料得到的产品中，约含 60%的胡萝卜素类，其中 α -胡萝卜素为 5.8%， β -胡萝卜素为 89.9%， γ -胡萝卜素为 0.7%， δ -胡萝卜素为 1.2%，其他类胡萝卜素为 2.4%。

【性质与指标】 红褐至红紫或橙色至深橙色粉末、糊状或黏稠液体，略有特殊气味。微溶于乙醇和油脂，不溶于水。溶于油脂后呈黄至黄橙色。易氧化，不耐光，但耐热、耐酸性良好。ADI 0~5mg/kg；LD₅₀ 21.5g/kg (小鼠，经口)。