

火龙果



高效栽培技术

HUOLONGGUO GAOXIAO ZAIPEI JISHU



马玉华 蔡永强◎主编

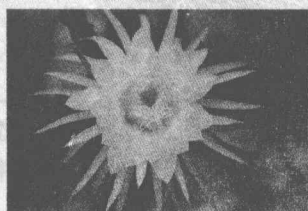


贵州科技出版社

火龙果

高效栽培技术

HUOLONGGUO GAOXIAO ZAIPEI JISHU



马玉华 蔡永强◎主编



贵州科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

火龙果高效栽培技术 / 马玉华, 蔡永强主编. -- 贵阳 : 贵州科技出版社, 2017.4

ISBN 978 - 7 - 5532 - 0536 - 6

I. ①火… II. ①马… ②蔡… III. ①热带及亚热带果 - 果树园艺 IV. ①S667

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 257127 号

火龙果高效栽培技术

出版发行	贵州科技出版社
地 址	贵阳市中天会展城会展东路 A 座(邮政编码:550081)
网 址	http://www.gzstph.com http://www.gzkj.com.cn
出 版 人	熊兴平
经 销	全国各地新华书店
印 刷	贵阳科海印务有限公司
版 次	2017 年 4 月第 1 版
印 次	2017 年 4 月第 1 次
字 数	232 千字
印 张	10.5 插页 16 页
开 本	710 mm × 1000 mm 1/16
书 号	ISBN 978 - 7 - 5532 - 0536 - 6
定 价	28.00 元

天猫旗舰店:<http://gzkjcbs.tmall.com>

编辑委员会

主 编	马玉华	蔡永强			
副主编	周俊良	王 壮			
委 员	马玉华	蔡永强	周俊良	王 壮	
	王 荔	毛永亚	王立娟	张 雪	
	张绿萍	彭志军	郑 伟	王 彬	



前 言

中国是农业大国,中国突出存在的农业、农村、农民问题越来越引起世界的关注。中国果林产品的生产既是农业的重要组成部分,也是林业生产中经济效益与生态效益结合较好的部分。其中,火龙果产业于近年异军突起,逐步成为中国水果种植产业中不可忽视的一环。

火龙果属仙人掌科三角柱属(又称量天尺属)*Hylocereus* 或蛇鞭柱属 *Selenicereus*,以其独特的外形、丰富的营养物质和市场稀有而深受消费者的青睐。由于其耐干旱、耐瘠薄的特点,自引种后广泛种植于中国台湾及海南、广西、广东、福建、云南、贵州等省(自治区)。火龙果种植地区多为偏远山区,由于科技人员与管理人员的匮乏,部分地区火龙果产业在科学技术与经营管理方面都比较落后。

基于这样的现实背景,为满足我国火龙果产业持续发展需求,特编著《火龙果高效栽培技术》一书。全书总计六章:第一章,绪论,对火龙果形态特征、营养价值、种植区域进行简要介绍;第二章,火龙果营养及价值,对火龙果的营养组成、药用成分以及经济价值等方面进行详细介绍;第三章,火龙果形态特性及种属,对火龙果的形态结构进行介绍,并对不同种类的火龙果形态进行详细对比;第四章,火龙果良种苗木的繁育,重点从实生苗、嫁接苗、扦插苗、组织培养苗的繁育角度介绍火龙果繁育过程与管理中的注意事项;第五章,火龙果生产基地建设及管理,介绍了园地选择、规划与设计和火龙果土、肥、水管理及花果、树体的管理与防护等方面的内容;第六章,火龙果采收及贮藏保鲜,介绍了火龙果的





采收、分级、采后处理、贮藏与保鲜技术。为了让读者能更直观地了解这些信息,本书还穿插了大量的图片和表格。

本书在编著过程中,得到农业、果树、园艺等相关部门、研究单位及火龙果业界的关心和支持,得到了火龙果产区各火龙果(果树、园艺)场及火龙果(果树、园艺)研究所的通力协作,在此一并致谢。

鉴于编著《火龙果高效栽培技术》尚属首次,限于时间和水平,书中不当和错漏之处难免,恳请广大读者不吝指正。



目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 火龙果营养及价值	(3)
第一节 营养成分及功能	(3)
第二节 火龙果经济价值	(20)
第三章 火龙果种属及形态特性	(26)
第一节 火龙果的主要种属	(26)
第二节 火龙果形态特性	(32)
第三节 主要栽培品种	(48)
第四章 火龙果良种苗木的繁育	(60)
第一节 实生苗的繁育	(60)
第二节 嫁接苗的繁育	(62)
第三节 扦插苗的繁育	(69)
第四节 组培苗的繁育	(74)
第五节 良种苗木繁育基地的建设	(76)
第五章 火龙果生产基地建设及管理	(83)
第一节 园址选择	(83)
第二节 园地的规划与设计	(86)





第三节	土壤管理	(92)
第四节	火龙果施肥	(102)
第五节	花果管理及修剪	(107)
第六节	火龙果树体防护	(112)
第六章	火龙果采收与贮藏保鲜	(130)
第一节	火龙果的采收期及采收方法	(130)
第二节	龙果采后的贮藏特性和贮藏品质	(133)
第三节	火龙果采后主要病害	(136)
第四节	火龙果贮藏保鲜技术	(142)
参考文献		(155)
彩图		(161)



地。据资料统计,我国火龙果种植总面积已超过 50 万亩,其中种植面积 10 万亩以上的省(自治区)有广东(约 10 万亩)、贵州(约 10.8 万亩)、广西(约 16 万亩),以广西种植面积为最大。近年来火龙果种植在各省的迅猛扩张,正不断改变中国水果的势力版图。

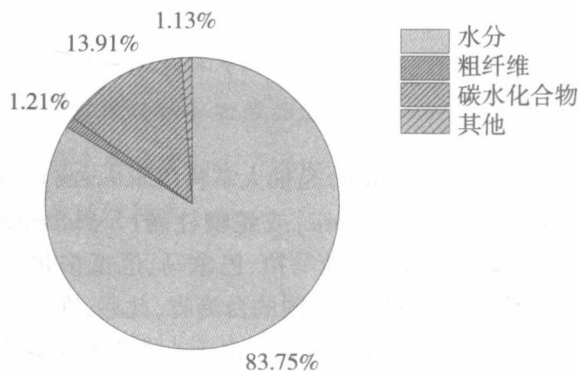


图 1-1 火龙果果肉中主要成分占比



第二章 火龙果营养及价值

第一节 营养成分及功能

火龙果性凉,肉质清淡,口感香甜不腻,爽口多汁,属于高维生素、低糖、低脂肪类的“一高两低”保健食品,其果肉、种子、花朵或茎干都含有丰富的营养物质。火龙果果实中可溶性固形物含量达 13%,果肉中还含有丰富的植物蛋白、维生素、纤维素、氨基酸和矿物质元素。火龙果茎中含丰富的生物活性物质,如维生素 E、植醇、植物多糖、植物甾醇等。火龙果花具有高营养、低热量的特点,富含维生素 C,有明目、降火的功效。果实中的数千粒芝麻状的黑色小种子,富含不饱和脂肪酸、氨基酸、抗氧化物质、维生素 C 等。火龙果果皮中富含多酚、甜菜苷,是抗氧化剂的良好来源。同时,火龙果还具有较好的食疗作用,定期食用可收到降血压、降血脂、润肺、解毒、养颜、明目等功效,对便秘和糖尿病也有一定辅助治疗作用。下面对火龙果不同部位的营养成分及功能性物质进行简单介绍。

一、火龙果果肉中的营养成分

(一) 火龙果果肉中常规营养成分

火龙果果肉富含糖、有机酸、膳食纤维、植物蛋白、维生素,其植物蛋白中含有人体必需的 8 种氨基酸。对不同品种的火龙果果肉中常规营养成分进行检测,结果如表 2-1 所示。

表 2-1 不同品种火龙果果肉中主要营养成分及含量对比

供试材料	水分 (%)	能量 (kJ/g)	蛋白质 (%)	脂肪 (%)	膳食纤维 (%)	总糖 (mg/g)	总酸 (mg/g)	糖酸比
红肉火龙果	84.60	66.77	1.10	0.48	2.20	145.43	1.72	85:1
粉肉火龙果	85.10	58.77	1.30	0.64	2.80	264.74	2.97	88:1
白肉火龙果	89.60	46.30	0.95	1.01	2.00	149.18	2.62	57:1

从表 2-1 可以看出,火龙果含糖量较高,含酸量较低,糖酸比最高可达 88:1。其中红肉火龙果与粉肉火龙果的果实糖酸比较高,口味浓甜;而白肉火龙果果实酸甜适中,口感清爽。火龙果的水分含量高,脂肪含量和热量均较低,蛋白质含量和膳食纤维含量较高,达 2.0%~2.8%,口感细腻,有益于人体健康。

(二) 火龙果果肉中矿物质元素

火龙果果肉含人体需要的磷、钾、钙、镁、锌、铁和硒等矿物质元素,其中以钾、钙、镁含量较为丰富。矿物质是人体必需元素,但其无法自身合成,必须从外界摄取,被称为“第七大营养素”。矿物质(尤其是钙、铁、镁)是构成人体组织的重要原料,同时也是维持机体酸碱平衡及细胞渗透压的重要物质。对不同品种的火龙果果肉中的矿物质元素进行测定,结果如表 2-2 所示。

表 2-2 不同品种火龙果果肉中矿物质成分及含量对比 mg/kg

供试材料	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Se
红肉火龙果	225.00	1768.00	24.70	231.00	2.73	3.67	0.005
粉肉火龙果	267.00	2193.00	35.90	320.00	2.43	4.20	0.006
白肉火龙果	179.00	1253.00	11.60	208.00	1.34	2.83	0.002
检测样品均值	223.67	1738.00	24.07	253.00	2.17	3.57	0.004

从表 2-2 可以看出,火龙果中矿物质元素含量由高到低分别为钾、镁、磷、钙、铁、锌、硒,其中钾是火龙果矿物质元素中含量最高的。按水分含量 85% 计算,每千克火龙果干物质中约含 15 300 mg 矿物质,即 15.3 g。形象地说,即 1 千克火龙果果干中的矿物质元素质量加起来有 1/4 个鸡蛋的质量,如果考虑到矿物质在水果中是以氧化物等形式存在,则这个数值将变成 1/3 个鸡蛋的质量。可见火龙果中的矿物质元素含量还是比较丰富的。下面对火龙果中各矿物质组成及其在人体中的作用及功效进行简单介绍。

钾(K)元素:约占火龙果矿物质元素总含量的 3/4,每千克火龙果鲜果中约含



1700 mg。钾在人体中起着调节细胞内渗透压和体液酸碱平衡、参与细胞内糖和蛋白质代谢的作用。糖原合成时,需钾离子参与,糖原分解时,钾又从细胞内释出;蛋白质合成时每克氮约需钾 3 mmol,分解时则释出钾。同时,钾元素有助于维持神经健康、心跳节律正常,预防中风,并协助肌肉正常收缩。此外,在摄入高钠而导致高血压时,适量的摄入钾元素可降低血压。钾元素摄入不足时,通常会引起心跳过速且心律不齐及肌肉无力、麻木、易怒、恶心、呕吐、腹泻、低血压、精神错乱、心理冷淡等症状。长期缺乏钾元素通常会导致缺钾症,主要表现为反复发作性软瘫,一般在受凉、饱食、疲劳时发病。

镁(Mg)元素:约占火龙果矿物质元素总含量的 1/8,每千克火龙果鲜果中约含 250 mg。镁是人体细胞内的主要阳离子,是体内多种细胞基本生化反应的必需物质。除骨骼、牙齿中存在的以外,镁多以活性形式 $Mg^{2+} - ATP$ 存在。作为酶的激活剂,镁广泛参与糖酵解、脂肪酸氧化、蛋白质的合成、核酸代谢等生物化学反应过程。此外,镁元素具有促进骨骼形成、维护肠道、调节肌肉兴奋度等作用。剧烈运动过程中肌肉出现的抽筋等症状一般是由于缺乏镁元素而引起的,镁缺乏还可致血清钙下降,神经肌肉兴奋性亢进等症状。有研究表明,长期缺乏镁元素是引起中老年骨质疏松症的主要因素,同时镁耗竭可以导致胰岛素抵抗,引起糖尿病等并发症。

磷(P)元素:约占火龙果矿物质元素总含量的 1/9,每千克火龙果鲜果中约含 220 mg。磷是骨骼、牙齿的重要构成材料,同也是组成遗传物质核酸的基本成分之一。磷元素具有维持人体三磷酸腺苷酶(ATP)代谢平衡、调节人体酸碱平衡、促进脂肪和脂肪酸的分解、促进物质吸收、刺激激素的分泌等作用。此外,磷元素还有益于神经和精神活动,可刺激神经肌肉,使心脏和肌肉有规律地收缩。磷摄入过低会引起骨骼、牙齿发育不正常,骨质疏松,软骨病,食欲不振等症状。长期缺乏磷元素,可导致厌食、贫血、肌无力、骨痛、佝偻病和骨软化、全身虚弱等症状,对传染病的易感性增加、感觉异常共济失调、精神错乱甚至死亡。

钙(Ca)元素:约占火龙果矿物质元素总含量的 1/100,每千克火龙果鲜果中约含 24 mg。钙是人体中含量最高的无机盐组成元素,同时也是骨骼、牙齿的主要构成元素,占体重的 1.5% ~ 2.0%,其中 99% 的钙以骨盐形式存在于骨骼和牙齿中。此外,血液中也含有一定的以蛋白结合钙、可扩散结合钙、血清游离钙等方式存在的钙元素,其含量为 2.25 ~ 2.75 mmol/L。现代医学研究证实,钙摄入不足可导致生理性钙透支,造成血钙水平下降。长期缺乏钙元素会促使甲状旁腺分泌甲状旁腺素,将骨骼中的钙反抽调出来以维持血钙水平,这一过程会导致骨质疏松和骨质增生。

铁(Fe)元素:约占火龙果矿物质元素总含量的 1/500,每千克火龙果鲜果中约含 3.5 mg。铁是血红蛋白的重要组成成分,人体内铁的总量为 4 ~ 5 g,72% 以血红蛋白形式存在,3% 以肌红蛋白形式存在,0.2% 以其他化合物形式存在,其余以铁



蛋白的形式储存于肝脏、脾脏和骨髓的网状内皮系统中,约占 25%。铁元素在人体中最主要的功能是运输和储存氧,铁摄入不足将会导致供氧不足、疲倦、免疫力降低等症状,长期铁缺乏将会导致贫血等症状。此外,幼儿期的长期铁缺乏将会导致儿童智力发育缓慢,以现代医学观点来看,这将会是一种不可逆转的发育损害。

锌(Zn)元素:约占火龙果矿物质元素总含量的 1/1000,每千克火龙果鲜果中约含 2.1 mg。人体内锌的总含量为 1.5~2.5 g,主要存在于眼、毛发和男性睾丸中,其中 60% 存在于肌肉中,30% 存在于骨骼中。锌元素主要有促进生长发育、维持食欲、提高免疫力、促进伤口愈合、维持维生素 A 代谢、维持男性生精等作用。对于儿童来说,血清锌低于 11.47 $\mu\text{mol/L}$ 时即要防治锌缺乏。锌摄入不足将可能导致食欲不振、免疫力下降等症状,儿童长期缺乏锌将会导致智力发育落后、生长发育缓慢等症状。

硒(Se)元素:在火龙果中含量较低,每千克火龙果鲜果中约含 0.004 mg。硒是谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)的组成成分。由于硒元素在食品中含量较少,常规的饮食过程中对硒的摄入较低,因此包括中国在内有 40 多个国家和地区属于缺硒地区。硒元素具有抗癌、抗氧化、提高免疫力、调解蛋白质合成、增强生殖能力等作用。长期缺乏硒会严重影响青少年的骨骼发育,我国众所周知的克山病主要便是由于缺硒所导致的。克山病又称大骨节病,是一种地方性、多发性、变形性骨关节病,对患者的劳动生活能力影响较大。

(三)火龙果果肉中的维生素

火龙果果肉中含有丰富的维生素(Vitamin)。维生素是人和动物为维持正常的生理功能而必须从食物中获得的一类微量有机物质,它不是人体组织和细胞的组成成分,也不会产生能量,主要是参与机体代谢的调节,在人体生长、代谢和发育过程中发挥着重要的作用。对不同品种的火龙果果肉中维生素组成及含量进行测定,结果如表 2-3 所示。

表 2-3 不同品种火龙果果肉中维生素组成及含量对比 mg/kg

供试材料	VC	VB ₂	VB ₅	VB ₆	VB ₉	VE
红肉火龙果	6.4	0.15	0.28	0.0	0.4	0.94
粉肉火龙果	13.3	0.23	0.18	0.7	0.2	0.23
白肉火龙果	14.3	0.20	0.67	1.0	0.06	0.12
检测样品均值	11.3	0.19	0.37	0.6	0.22	0.43

从表 2-3 可以看出,VC 是火龙果维生素中含量最高的,约为每千克 11.3 mg。火龙果中维生素总量较低,但 B 族维生素的含量较高。下面对火龙果中维生素组成及其在人体中的作用及功效进行简单介绍。



维生素 C (VC): 又称抗坏血酸, 是一种含有 6 个碳原子的酸性多羟基化合物, 分子式为 $C_6H_8O_6$, 相对分子量为 176.1。VC 具有增强免疫力, 预防感冒, 促进胶原蛋白的形成及抗氧化、解毒等作用。VC 摄入不足可导致倦怠、全身乏力、精神抑郁、多疑、虚弱、厌食、营养不良、面色苍白、轻度贫血、牙龈肿胀出血等症状, 长期缺乏会导致维生素 C 缺乏症, 俗称坏血病, 主要表现为出血及类骨质、牙本质形成异常。

维生素 B_5 (VB_5): 又称泛酸, 是一种含有 9 个碳原子的酸性多羟基化合物, 分子式为 $C_9H_{17}NO_5$, 相对分子量为 476.54。 VB_5 是辅酶 A 的组成部分, 通过参与三羧酸循环中来控制体内能量代谢, 具有维持正常人体发育, 促进抗体合成, 增强皮肤屏障, 促进皮肤正常角质化等作用。 VB_5 摄入不足易导致倦怠、头痛、眩晕、虚弱、心跳加速、抽筋、持续感冒、上呼吸道感染等疾病或症状, 长期缺乏会导致沮丧不安、消沉怨恨、暴躁易怒、挑衅等症状。

维生素 B_2 (VB_2): 又称核黄素, 是一种含有 17 个碳原子的酸性多羟基化合物, 分子式为 $C_{17}H_{20}N_4O_6$, 相对分子量为 376.37。 VB_2 是黄酶类辅基的组成部分, 在生物氧化还原过程中传递氢原子, 具有促进发育和细胞再生, 增进视力、缓解眼疲劳, 调控铁吸收, 促进皮肤、指甲、毛发正常生长等作用。 VB_2 摄入不足通常会影响机体生物氧化, 阻碍生长代谢。长期缺乏 VB_2 会导致口角炎、唇炎、舌炎、眼结合膜炎等口、眼和外生殖器部位的炎症。

维生素 B_9 (VB_9): 又称叶酸, 是一种含有 19 个碳原子的酸性多羟基化合物, 分子式为 $C_{19}H_{19}N_7O_6$, 相对分子量为 441.4。 VB_9 是一碳单位转移酶系的辅酶, 具有参与嘌呤与嘧啶合成, 参与氨基酸代谢, 参与甲基化合物合成等作用。 VB_9 摄入不足通常会导致食欲减退、腹胀、腹泻及舌炎。长期缺乏 VB_9 会导致巨幼细胞性贫血、白细胞和血小板减少等症状。此外, 孕妇缺乏叶酸容易引起胎儿神经管畸形等严重后果。

维生素 B_6 (VB_6): 又称吡哆素, 是一种含有 8 个碳原子的酸性多羟基化合物, 分子式为 $C_8H_{11}NO_3 \cdot HCl$, 相对分子量为 205.5。 VB_6 在人体内有多种存在形式, 包括吡哆醇、吡哆醛及吡哆胺, 通常以磷酸酯的形式存在, 是一种水溶性维生素。 VB_6 群会被转化成辅酶 Pyridoxal Phosphate 与 Pyridoxamine Phosphate, 与蛋白质的代谢息息相关。长期缺乏 VB_6 可导致四肢远端感觉丧失、无力、腱反射减低、癫痫、皮肤紫癜等症状。

维生素 E (VE): 又称生育酚, 是一种含有 29 个碳原子的脂溶性多羟基化合物, 分子式为 $C_{29}H_{50}O_2$, 相对分子量为 430.71。VE 包括生育酚和三烯生育酚两类共 8 种化合物, 即 α 、 β 、 γ 、 δ -生育酚和 α 、 β 、 γ 、 δ -三烯生育酚, 其中以 α -生育酚为主。VE 具有促进生殖, 保护 T 淋巴细胞, 保护红细胞, 抗自由基氧化, 抑制血小板聚集等作用。长期缺乏 VE 可引起生殖障碍, 肌肉、肝脏、骨髓和脑功能异常, 红细胞溶血, 胚胎发生缺陷, 骨骼肌萎缩等症状。



(四) 火龙果果肉中的氨基酸

氨基酸是含有氨基和羧基的一类有机化合物的通称,是构成动物营养所需蛋白质的基本物质,包括必需氨基酸和非必需氨基酸两大类。对必需氨基酸有如下定义:指人体(或其他脊椎动物)不能合成或合成速度远不适应机体的需要,必须由食物蛋白供给的氨基酸,包括赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、缬氨酸,共 8 种。现代营养学认为,必需氨基酸占氨基酸总量 40% 的蛋白质质量较好,而火龙果中人体必需的 8 种氨基酸约占其氨基酸总量的 35%。贵州省果树科学研究所对不同品种的火龙果果肉中氨基酸组成及含量进行了测定,结果如表 2-4 所示。

表 2-4 不同品种火龙果果肉中氨基酸组成及含量对比 g/kg

	种类	红肉	粉肉	白肉	均值
必需氨基酸	蛋氨酸	1.32	1.12	1.05	1.16
	色氨酸	0.26	0.28	0.22	0.25
	赖氨酸	0.42	0.26	0.46	0.38
	缬氨酸	0.48	0.47	0.52	0.49
	异亮氨酸	0.82	0.60	0.60	0.67
	苏氨酸	0.43	0.37	0.52	0.44
	亮氨酸	0.60	0.48	0.65	0.58
	苯丙氨酸	0.60	0.33	0.57	0.50
	小计	4.93	3.91	4.59	4.48
非必需氨基酸	甘氨酸	0.61	0.45	0.59	0.55
	丙氨酸	0.48	0.36	0.44	0.43
	精氨酸	1.33	0.67	1.47	1.16
	组氨酸	0.41	0.14	0.11	0.22
	丝氨酸	0.59	0.39	0.61	0.53
	脯氨酸	0.78	0.37	0.72	0.62
	谷氨酸	1.52	1.23	1.71	1.49
	天冬氨酸	1.06	1.03	1.27	1.12
	胱氨酸	0.70	0.69	0.43	0.61
	酪氨酸	0.52	0.59	0.55	0.55
	小计	8.0	5.92	7.9	7.27
	合计	12.93	9.83	12.49	11.75



从表2-4可以看出,所测火龙果中氨基酸含量约为11.75 g/kg,必需氨基酸含量较高,约为4.48 g/kg;从必需氨基酸占比来看,所测火龙果果实中必需氨基酸占氨基酸总量的38%。火龙果中各种氨基酸含量由高到低的顺序为:谷氨酸、蛋氨酸、精氨酸、天冬氨酸、异亮氨酸、脯氨酸、胱氨酸、亮氨酸、甘氨酸、酪氨酸、丝氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、苏氨酸、丙氨酸、赖氨酸、色氨酸、组氨酸。如单独对火龙果中必需氨基酸含量进行排序,则由高到低顺序为:蛋氨酸、异亮氨酸、亮氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、苏氨酸、赖氨酸、色氨酸。

1. 火龙果果肉中的必需氨基酸

亮氨酸 (Leucine):约占火龙果氨基酸总量的1/20,每千克火龙果鲜果中约含0.58 g。亮氨酸又称 α -氨基- γ -甲基戊酸,分子式为 $C_6H_{13}NO_2$,相对分子量为131.18。亮氨酸在人体中的主要作用是促进骨骼恢复,修复肌肉,控制血糖水平。亮氨酸摄入不足将会导致创伤愈合缓慢、四肢疲倦乏力、免疫力低下,长期缺乏亮氨酸会导致儿童发育停滞,成人体重减轻,伤口长期不易愈合等症状。

苯丙氨酸 (Phenylalanine):约占火龙果氨基酸总量的1/23,每千克火龙果鲜果中约含0.50 g。苯丙氨酸又称2-氨基苯丙酸,分子式为 $C_9H_{11}NO_2$,相对分子量为165.19。苯丙氨酸在人体中的主要作用是降低饥饿感,提高性欲,改善记忆力及提高思维的敏捷度,消除抑郁情绪。苯丙氨酸摄入不足时可影响人体内酪氨酸合成,从而导致甲状腺素水平降低,影响人体代谢活动;若缺乏苯丙氨酸羟化酶,其氧化成酪氨酸的反应受到障碍,可导致苯丙酮尿症,这是最常见的氨基酸代谢缺陷。此外,新生儿缺乏这种酶会导致大脑损伤、精神发育迟缓。

缬氨酸 (Valine):约占火龙果氨基酸总量的1/24,每千克火龙果鲜果中约含0.49 g。缬氨酸又称2-氨基-3-甲基丁酸,分子式为 $C_5H_{11}NO_2$,相对分子量为117.15。缬氨酸是组成蛋白质的20种氨基酸之一,在人体中与异亮氨酸和亮氨酸协同作用促进身体正常生长,修复肌体组织,调节血糖。剧烈运动时,缬氨酸可以为肌肉提供额外的能量,从而防止肌肉衰弱。缬氨酸还可以加快创伤愈合。缬氨酸摄入不足时,大脑神经系统功能紊乱,神经失调,从而出现四肢乏力、抽搐等症状,长期缺乏缬氨酸易导致高胰岛素血症、肝功能衰竭、生长激素产生缓慢等症状。

异亮氨酸 (Isoleucine):约占火龙果氨基酸总量的1/18,每千克火龙果鲜果中约含0.67 g。异亮氨酸又称异白氨酸或 α -氨基- β -甲基戊酸,分子式为 $C_6H_{13}NO_2$,相对分子量为131.17。异亮氨酸含有较大的疏水侧链,其刚性结构特征及疏水相互作用使之成为水溶性蛋白质的内部支撑结构,是血红蛋白形成的必需物质,在人体中起着调节糖和能量的平衡,帮助提高体能,修复肌肉组织,增加生长激素的产生等作用。异亮氨酸摄入不足时会引起头痛、头晕、疲劳、抑郁、精神错乱及易怒等现象,长期缺乏异亮氨酸会导致伤口长期不易愈合、儿童发育停滞、成



人体重减轻等症状。

色氨酸(Tryptophan):约占火龙果氨基酸总量的 1/47,每千克火龙果鲜果中约含 0.25 g。色氨酸又称 β -吲哚基丙氨酸,分子式为 $C_{11}H_{12}N_2O_2$,相对分子量为 204.23。色氨酸在人体中可参与体内血浆蛋白质的更新,促使核黄素发挥作用,有助于烟酸及血红蛋白的合成,可显著增加孕妇胎仔体内抗体,可促进泌乳,还可防止癞皮病。色氨酸摄入不足将会导致体重下降、脂肪积累降低等现象,长期缺乏赖氨酸会引起儿童生长停滞及第二性征发育不良等症状。

苏氨酸(Threonine):约占火龙果氨基酸总量的 1/27,每千克火龙果鲜果中约含 0.44 g。苏氨酸又称 L-苏氨酸或 β -羟基- α -氨基丁酸,分子式为 $C_4H_9NO_3$,相对分子量为 119.12。苏氨酸是唯一不经过脱氢酶作用和转氨基作用进行机体代谢,而是通过苏氨酸脱水酶(TDH)、苏氨酸脱酶(TDG)及醛缩酶催化而转变为其他物质的氨基酸。苏氨酸在人体中的主要作用是缓解人体疲劳,促进生长发育,促进蛋白质合成和沉积,促进抗体的产生,增强免疫功能,调节脂肪代谢等。苏氨酸摄入不足时会引起人体虚弱、无力、面色苍白、容易疲乏、注意力及精神不集中等现象,长期缺乏苏氨酸会导致脂肪肝衰退症状,严重缺乏时,可导致死亡。

赖氨酸(lysine):约占火龙果氨基酸总量的 1/30,每千克火龙果鲜果中约含 0.38 g。赖氨酸又称第一限制性氨基酸,分子式为 $C_6H_{14}N_2O_2$,相对分子量为 146.19。赖氨酸是蛋白质的主要构成成分,在人体中主要作用是改善免疫系统功能,预防骨质疏松,提高智力,促进人体发育,增强体质等。缺乏赖氨酸的症状包括疲劳、虚弱、恶心、呕吐、头晕、没有食欲、发育迟缓、贫血等,儿童长期缺乏赖氨酸会引起生长发育不良、骨质疏松、心脑血管疾病等症状。

蛋氨酸(DL-Methionine):约占火龙果氨基酸总量的 1/10,每千克火龙果鲜果中约含 1.16 g。蛋氨酸又称甲硫基丁氨酸,分子式为 $C_5H_{11}O_2NS$,相对分子量为 149.21。蛋氨酸在人体中的主要作用是抗肝硬化,保护心肌细胞免受损害,抗抑郁症,降低血压。蛋氨酸摄入不足将会引起食欲减退、生长减缓或体重不增加、肾脏肿大和肝脏铁堆积等现象,长期缺乏蛋氨酸会导致肝坏死或纤维化等症状。

2. 火龙果中的非必需氨基酸

谷氨酸(Glutamic acid):约占火龙果氨基酸总量的 1/8,每千克火龙果鲜果中约含 1.49 g。谷氨酸又称 α -氨基戊二酸,是人体非必需氨基酸,分子式为 $C_5H_9NO_4$,相对分子量为 147.13。谷氨酸在生物体内的蛋白质代谢过程中占重要地位,参与脑内蛋白质和糖的代谢,促进氧化过程。谷氨酸作为神经中枢及大脑皮质的补剂,对于治疗脑震荡或神经损伤、癫痫及对弱智儿童均有一定疗效,被人体吸收后可预防和治疗肝昏迷,保护肝脏。摄入过量会加重身体负担,使组氨酸代谢成糖,引起肥胖、糖尿病、损伤肝功能等。

甘氨酸(Glycine):约占火龙果氨基酸总量的 1/21,每千克火龙果鲜果中约含