

辣椒红素相关研究进展

张嘉园 辛鑫 邢泽农 刘亚忠 李秋孝

(宝鸡市农业科学研究院辣椒油料研究所,陕西宝鸡 722400)

摘要 辣椒红素是类胡萝卜素生物合成途径的代谢终产物,在成熟红辣椒中含量较高。其具有较高的医学、食用等价值。影响辣椒红素的合成和稳定性有多方面因素,对辣椒红素实现高效提取,并延长其保存时间对辣椒行业意义重大。本文对影响辣椒红素合成和稳定性的因素及其高效提取方法进行综述,旨在为辣椒红素的精深加工提供参考。

关键词 辣椒红素;合成;稳定性;提取方法

中图分类号 TS264.4 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2019)12-0209-02

辣椒(*Capsicum annuum*)属于茄科一年生或多年生植物^[1],具有多种功效,在我国蔬菜行业占据重要位置^[2]。辣椒的色泽主要由控制辣椒色素的类胡萝卜素和类黄酮的相对合成量决定^[3-4],最初为紫色、绿色等,成熟后表现为红色、橙色等^[5]。

辣椒色素具有较高的保健价值,其中辣椒红素作为类胡萝卜素的一种表现形式,是清除自由基的一种重要抗氧化物质^[6],能够降低癌症和心血管疾病等的发生概率^[7];此外,辣椒红素可广泛用于食品、医药和装修建筑等行业,目前,随着消费者保健意识的加强,辣椒红素作为一种天然色素,受众需求日益提高^[8]。因此,如何高效提取辣椒红素,进而加工和应用是当前辣椒行业的重要突破点。本文针对辣椒红素的特性、提取方法和影响因素进行了综述,旨在为辣椒精深加工行业提供研究资料。

1 辣椒红素的生理特性

辣椒果实中的辣椒红素含量因品种、采收期及干燥条件等不同而有所差异^[9],在成熟红辣椒中含量较高^[10]。研究显示,在红色品种辣椒果实中辣椒红素含量约占整个类胡萝卜素含量的47%,含量较其他颜色的品种高^[11]。辣椒红素含有40个碳类异戊二烯化合物,是类胡萝卜素的生物合成途径的代谢终产物^[12],为深红色油状液体,无辣味,有独特香味,几乎不溶于甘油和水,较易溶于非挥发性油,对可见光稳定,紫外线较易使其褪色^[13-14],可转化为V_A被人体吸收,对健康十分有益^[15]。

2 影响辣椒红素合成和稳定性的因素

2.1 辣椒红素合成影响因素

辣椒不同类型、栽培管理和处理方式等对辣椒红素的合成有很大影响。

辣椒红素作为纯天然植物色素,在其果实发育过程中逐渐积累,成熟期达到最高点。戴雄泽等^[16]研究发现,成熟期为红色辣椒品种中类胡萝卜素总含量和辣椒红素含量高的时期;而橙色辣椒中类胡萝卜素总含量较高,但辣椒红素较少。不同颜色类型辣椒果实中类胡萝卜素种类和含量不同,同一颜色类型辣椒果实中类胡萝卜素种类和含量变化趋势基本相同,但类胡萝卜素总含量和辣椒红素含量在不同品种之间有差异^[16]。

不同栽培因素对辣椒红素合成和积累的影响:适合的氮、磷、钾配比可大大提高辣椒红素含量;不同微量元素的

添加也影响辣椒红素的合成,例如硼+锰处理的辣椒红素含量最高,而硼处理的辣椒红素含量效果也很显著;适当降低灌水量会使土壤含水量较长时间呈较理想状态,从而利于红干椒辣椒红素的形成^[17]。

不同加工方式对辣椒红素含量有很大影响。粉碎辣椒粒度小,利于辣椒红素提取,而挤压造粒是一种新型良好加工技术,能够高效提取辣椒红素。同时,在辣椒干燥、提取过程中适当控制温度,可减小对辣椒红素的破坏^[18]。

2.2 辣椒红素稳定性影响因素

2.2.1 干燥。研究表明,辣椒果实在干燥期间仍进行新陈代谢,称之为辣椒果实后熟作用,其辣椒红素含量会增加^[19]。还有研究者发现,在果实干燥研磨过程中,辣椒红素含量变化不大^[20]。

2.2.2 温度。Galan等^[21]研究表明,温度升高,红辣椒油树脂中类胡萝卜素总含量减少。研究还发现了干辣椒和辣椒粉中游离的类胡萝卜素和酯化类胡萝卜素在不同温度下的稳定性,即温度升高,辣椒红素含量降低,且辣椒红素在干辣椒中更稳定^[22]。

2.2.3 添加物。在辣椒后期加工中,加入的辣椒种子越多,辣椒红素降解速率越快,这主要是因为种子富含氧化性物质不饱和脂肪酸。此外,H₂O₂、O₂⁻·等活性氧对辣椒红素稳定性有较强影响,会导致其含量下降^[23],在辣椒粉等加工产物中加入一定量的抗氧化剂可增加辣椒红素等类胡萝卜素的稳定性^[24]。控制辣椒采后污染菌也可以有效保护辣椒色素的稳定性^[25]。

3 辣椒红素提取方法

辣椒红素提取法包含传统和现代2类方式,传统方法主要为依托辣椒红素的理化性质直接进行浸提;而现代提取法包含微波、酶辅助、超临界CO₂提取法等相关技术。

3.1 有机溶剂提取法

溶剂提取法是根据辣椒红素的溶解性,利用有机溶剂直接浸提辣椒得到目标产物,表现为将辣椒纤维组织中的色素及其他脂溶性成分,通过有机溶剂进行溶解、内扩散,到达液固表面,再通过外扩散溶入提取液中,进而分离得到目标产物的方式^[26]。方樟彩等^[26]用正己烷为提取溶剂,得到辣椒红色素粗产品。该方法操作工艺简便,但材料耗费大,辣椒红素纯度较低,并且不能完全提取辣椒红素,杂质含量较高,残渣的可利用性差,精制费用昂贵^[27],因而传统提取法有待完善。

3.2 现代提取方法

3.2.1 微波辅助提取法。该方法是利用电磁场使固体或半固体物质中的某些有机物成分与主体有效分离,并保持分析物质原本化合物状态的一种分离提取方法。该方法将微波直接作用于物料内部,使内部温度迅速上升,增大目标产物在介质中的溶解度;并且可加速目标物质向界面层扩散,从而提升萃取速率^[28]。王芳芳等^[29]研究表明,微波辅助提取与普通溶剂提取相比,所需时间更短,所需溶剂更少。微波辅助提取法工艺简单,操作性和稳定性均较好,极大地提高了辣椒红素提取效率^[15],展现出良好的发展前景。

3.2.2 酶辅助提取法。该方法通过纤维素酶等将细胞壁结构水解或破坏,加速细胞内活性物质的释放,高效获取目标产物。周旭章等^[30]使用自培的MX酶对在pH=8的条件下对辣椒红素粗品进行脱脂,可在原来基础上将色价提高1倍。酶辅助提取辣椒红素具有反应专一性强、条件温和等特点,缩短了提取时间,提高了红色素的提取率,增加了产品的价值^[31]。鉴于其价格较高和不易于保存而存在一定弊端,还有待进一步改善。

3.2.3 超临界CO₂取法。超临界流体萃取是较常用的一种提取辣椒红素的方法,它依据辣椒红素极性,在超临界CO₂中溶解度很低,而有机溶剂与辣椒素等物质易溶于超临界CO₂中,可以被超临界CO₂带至分离器排除。通过控制压力、温度等条件,改变CO₂对物质的溶解水平,有针对性地萃取所需成分,提取的产品纯度高、无溶剂残留、无异味。王玉琪等^[32]先根据溶剂提取法以石油醚为溶剂浸提红辣椒粉,可得到含有辣椒红色素的粗品,再以该粗品为原料,应用超临界CO₂提取其中的辣椒红素。该方法获取辣椒红素效率极高,但是投资大、费用高、技术要求高,工业开发难度大,仍需进一步探究。

4 结论

目前,辣椒的需求量日益增加,其中的辣椒红素作为一种天然色素,具有多种功效,在食品、医药、工业等领域广泛应用。随着人们保健意识的加强,加深对辣椒红素的研究与加工,对于辣椒行业的发展具有极强的推动意义。

成熟辣椒中富含辣椒红素,其合成受栽培条件和环境因素的影响,其稳定性受温度、贮藏条件等因素影响,这就要求选育品种时要侧重于辣椒红素含量高、合成快以及易提取方面;此外,加强栽培管理及辣椒红素后期保存有利于该物质的长期和高效利用。

目前,辣椒红素有多种提取方式,相对于传统提取方式,现代的酶辅助提取法、超临界CO₂提取法等提取效率高、成本投入大,因而除从原料上降低成本提高质量外,还可通过传统提取方式与现代提取方式结合的方法降低成本,更高效地提取辣椒红素。

5 参考文献

- [1] 邹学校.辣椒遗传育种学[M].北京:科学出版社,2009:9-58.
- [2] 王立浩,张正海,曹亚从,等.“十二五”我国辣椒遗传育种研究进展及其展望[J].中国蔬菜,2016,1(1):1-7.
- [3] 吴雪霞,薛林宝,陈建林,等.彩色甜椒果实转色期色素的消长规律[J].长江蔬菜,2005(5):38-40.
- [4] 吴雪霞.彩色甜椒果实遗传规律和果实主要色素含量变化的研究[D].扬州:扬州大学,2004
- [5] 李全辉,邵登魁,李江,等.辣椒果实类胡萝卜素生物合成研究进展[J]

- [OL].植物遗传资源学报,2019,20(2):239-248.[2019-02-25].https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20180720002.
- [6] CHINO M, NAKAMURA H, MATSUFUJI H, et al. Antioxidant activity of capsanthin and the fatty acid esters in paprika (*Capsicum annuum*) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(9): 3468-3472.
- [7] LI L, VAN ECK J. Metabolic engineering of carotenoid accumulation by creating a metabolic sink [J]. Transgenic Research, 2007, 16(5): 581-585.
- [8] 毛立霞,魏小春,原玉香,等.辣椒红素的生物合成及代谢研究进展[J].分子植物育种,2018,16(1):115-122.
- [9] 刘蓉,刘志敏.辣椒红素提取方法研究进展[J].中国食品添加剂,2006(3):50-53.
- [10] RANJITH A, RAMESH B, NATARAJAN, et al. Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colors: analysis and stability: a review [J]. Journal of Food Science and Technology, 2015, 52(3): 1258-1271.
- [11] LANG Yaqin, YANAGAWA S, SASANUMA T, et al. Orange fruit color in *Capsicum* due to deletion of Capsanthin-capsorubin synthesis gene [J]. Breeding Science, 2004, 54(1): 33-39.
- [12] 毛立霞,魏小春,原玉香,等.辣椒红素的生物合成及代谢研究进展[J].分子植物育种,2018,16(1):115-122.
- [13] 邓祥元,刘约翰,高坤,等.辣椒红素稳定性的初步研究[J].中国调味品,2011,36(12):102-105.
- [14] 王胜利,朱晓敏,席改卿.提高辣椒红素稳定性的方法[J].湖北农业科学,2012,51(6):1207-1209.
- [15] 魏雅雯,靳玲侠.辣椒红素的提取方法及应用的研究进展[J].中国调味品,2017,42(8):142-147.
- [16] 戴雄泽,王利群,陈文超,等.辣椒果实发育过程中果色与类胡萝卜素的变化[J].中国农业科学,2009,42(11):4004-4011.
- [17] 赵文戈.各种栽培因子对辣椒红素影响的试验分析[J].北京农业,2012(24):9-10.
- [18] 杨曙光,钱骅,陈斌,等.不同处理对辣椒红素及辣椒碱提取的影响[J].中国调味品,2015,40(3):12-16.
- [19] 黄延春,李云霞.红辣椒中类胡萝卜素的研究进展[J].天然产物研究与开发,2013,25(4):562-565.
- [20] MOSQUERA M I M, PÉREZ-GÁLVEZ A, GARRIDO-FERNÁNDEZ J. Carotenoid content of the varieties jaranda and jariza (*Capsicum annuum* L.) and response during the industrial slow drying and grinding steps in paprika processing [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2000, 48(7): 2972-2976.
- [21] GALAN M J, MOSQUERA I M. Quantitative and qualitative changes associated with heat treatments in the carotenoid content of paprika oleoresins [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(10): 4379-4383.
- [22] SCHWEIGERT U, KURZ C, SCHIEBER A, et al. Effects of processing and storage on the stability of free and esterified carotenoids of red peppers (*Capsicum annuum* L.) and hot chilli peppers (*Capsicum frutescens* L.) [J]. European Food Research and Technology, 2007, 225(2): 261.
- [23] 郑文字,丁筑红,刘海.活性氧与防御酶对辣椒红素稳定性的影响[J].中国食品学报,2014,14(2):85-92.
- [24] BIACS, PETER A, CZINKOTAI, et al. Factors affecting stability of colored substances in paprika powders [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1992, 40(3): 363-367.
- [25] 史兰香,赵全海,冯美卿,等.辣椒红素的应用及提取工艺评述[J].河北轻化工学院学报,1998,19(2):77-79.
- [26] 方樟彩,徐国华,钱超,等.辣椒红素制备新工艺研究[J].高校化学工程学报,2012,26(1):105-111.
- [27] 杨红梅,陈同欢,梁云发.辣椒红素的提取方法[J].中国高新技术企业,2010(33):35-36.
- [28] 范翠丽,李向东,王存连,等.辣椒红素微波辅助萃取工艺及稳定性研究[J].安徽农业科学,2009,37(34):85-87.
- [29] 王芳芳,江英,苏丽娜.应用分子蒸馏技术分离提纯辣椒红素[J].食品科技,2009,34(2):196-199.
- [30] 周旭章,魏开华,周海龙.辣椒红素精制工艺的研究[J].林产化工通讯,1996(6):9-11.
- [31] SHEN L Q, WANG X Y, WANG Z Y, et al. Studies on tea protein extraction using alkaline and enzyme methods [J]. Food Chemistry, 2008, 107(2): 929.
- [32] 王玉琪,陈开勋,姚瑞清.超临界萃取法制备辣椒红素[J].化学工程,2008,36(8):9-12.