

壳聚糖处理对萝卜芽苗菜品质及其生理生化特性的影响

赵晓 帆, 朱 毅

(中国农业大学 食品科学与营养工程学院, 北京 100083)

摘 要:以“盛丰”品种白萝卜为试材,采用不同浓度(0.1%、0.3%、0.5%)壳聚糖溶液对萝卜种子进行处理,研究了种子萌发后不同生长天数(3、5、7 d)幼苗的生理生化指标(叶绿素、类胡萝卜素、总酚、芥子油苷、DPPH 抑制率、PAL 活性、CAT 活性、POD 活性)的变化情况,以探求壳聚糖处理萝卜种子后对其幼苗生理生化特性的影响。结果表明:与对照组(未进行壳聚糖包衣处理)相比,采用壳聚糖处理对萝卜幼苗的生理生化指标均有显著影响。对于生长 3 d 和 5 d 的幼苗,3 种浓度的壳聚糖处理均能显著提高其叶绿素、类胡萝卜素、总酚、芥子油苷含量;而对于生长 7 d 的幼苗,只有 0.3% 和 0.5% 壳聚糖处理能显著提高其叶绿素、类胡萝卜素、总酚、芥子油苷含量;3 种浓度壳聚糖处理均能显著提高生长 3、5、7 d 的幼苗 CAT 活性及生长 5 d 的幼苗 PAL 活性;0.1% 壳聚糖处理能提高生长 3 d 的幼苗 POD 活性,0.5% 壳聚糖处理能提高生长 5、7 d 的幼苗 POD 活性。表明采用壳聚糖处理萝卜种子能提高其幼苗营养物质含量、改善品质,对农业生产具有一定的指导意义。

关键词:萝卜;幼苗;壳聚糖;生理生化特性

中图分类号:S 631.104⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0009-05

大量流行病学研究表明,提高十字花科蔬菜的摄入量有助于降低癌症和慢性疾病的发病率^[1-4],主要原因在于十字花科蔬菜中含有丰富的营养物质,如维生素 C、维生素 E、酚类化合物、类胡萝卜素、花青素、叶绿素以及芥子油苷及其代谢产物等。其芥子油苷、类胡萝卜素、酚类化合物的含量是成熟蔬菜中的 15~50 倍^[5-7]。许多研究采用不同的处理方式来提高其芽菜中的营养物质含量^[8-13]。萝卜是一种重要的十字花科蔬菜,在亚洲地区广泛被人类食用^[13]。壳聚糖是一种天然高分子化合物,广泛存在于自然界中。研究表明,壳聚糖处理可以提高某些芽苗类蔬菜中营养物质的含量,改善其品质^[14-16]。但壳聚糖处理萝卜种子对其芽苗影响的相关研究鲜有报道。该试验旨在探究壳聚糖处理萝卜种子后对其幼苗生理生化特性的影响,以期为农业生产提供一定的参考。

第一作者简介:赵晓帆(1989-),女,硕士研究生,研究方向为食品科学。E-mail:zhaoxg_runner@163.com.

责任作者:朱毅(1973-),女,博士,副教授,现主要从事果蔬采后保鲜与生物活性物质功效等研究工作。E-mail:zhuyi@cau.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31101263)。

收稿日期:2014-07-14

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试“盛丰”白萝卜种子由北京京研盛丰种苗研究所提供。供试试剂 2-丙烯基芥子油苷(sinigrin)购于美国 Sigma 公司;福林-酚试剂、没食子酸、乙醇、愈创木酚、过氧化氢、PVP、DTT 购于国药集团化学试剂有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 种子处理 挑选颗粒饱满、无霉变的“盛丰”萝卜种子用蒸馏水清洗后,置于 5 mL/L 的 NaClO 溶液中浸泡 30 min。将 NaClO 溶液沥干后,用蒸馏水清洗 3~4 次。将处理组的种子分别置于浓度为 0.1%、0.3%、0.5% 壳聚糖溶液(溶剂为 0.25% 乳酸)中浸泡 8 h,对照组种子置于蒸馏水和 0.25% 乳酸溶液中浸泡 8 h。

1.2.2 萝卜苗的栽培 将浸泡后的种子均匀播撒在 30 cm×20 cm 的育苗盘内,育苗盘内铺有 4 层纱布以防止育苗过程中水分过度流失。将播撒种子后的育苗盘置于 23℃ 的培养室中避光催芽 2 d 后,转移至 16 h 光照/8 h 黑暗的条件下培育生长,昼/夜温度为 23℃/20℃,相对湿度为 70%~75%。在培育过程中,每隔 8 h 用适量蒸馏水喷洒种子或幼苗。采集生长 3、5、7 d 的萝卜苗,在液氮中快速冷冻后,经封口袋包装置于-80℃ 冰箱中保存,以供后续试验使用。

1.3 项目测定

叶绿素和类胡萝卜素含量测定参照王学奎^[17]的方法;总酚含量测定参照 Ainsworth 等^[18]的方法;芥子油苷含量的测定采用氯化钼分光光度法^[19-20];PAL 活性和 CAT 活性测定参照赵玉梅等^[21]的方法;POD 活性测定采用愈创木酚法^[22]。

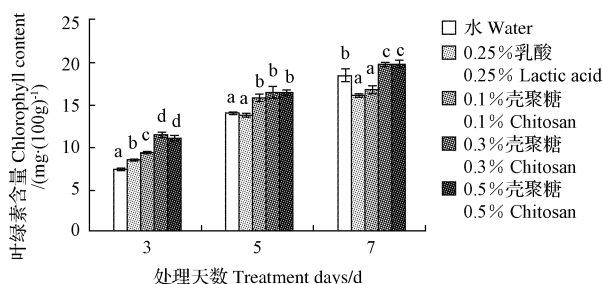
1.4 数据分析

试验数据均采用 SPSS 软件进行邓肯氏多重差异分析,ANOVA 检测($P=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 壳聚糖处理对萝卜幼苗叶绿素和类胡萝卜素含量的影响

叶绿素是良好的天然色素,富含微量元素铁,不仅可以提供维生素、维持酶的活性,还具有抗病强身的功效^[23]。如图 1 所示,随着萝卜苗生长时间的延长,叶绿素含量逐渐升高。



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P \leq 0.05$)。下同。

Note: The different lowercase letters above columns show significant difference ($P \leq 0.05$). The same below.

图 1 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗叶绿素含量的影响

Fig. 1 Effect of different concentrations of chitosan treatment on chlorophyll content in radish sprouts

对于生长 3 d 和 5 d 的萝卜苗而言,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖处理萝卜种子均能显著提高其叶绿素的含量,而对于生长 7 d 的萝卜苗,0.3%和 0.5%壳聚糖处理萝卜种子均能显著提高其叶绿素含量,0.1%壳聚糖处理却降低其叶绿素含量。胡景江等^[24]研究证实,壳聚糖能够提高油松幼苗中叶绿素的含量,这与该试验研究结果相一致。由此表明,一定浓度的壳聚糖处理能改善萝卜苗的光合性能,促进光合色素的积累,有利于植株的生长,对植物碳代谢具有一定的调节能力,但其机理尚待进一步研究^[25]。

类胡萝卜素是一类呈黄色、橙红色或红色的多烯类物质,有较多的生理功能,如抗氧化、防癌、预防夜盲症等^[26]。如图 2 所示,随着萝卜苗生长天数的增加,其类胡萝卜素的含量逐渐升高;对于生长 3 d 和 5 d 的萝卜苗,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖处理均能显著提高其类胡萝卜素含量,影响或变化趋势与叶绿素相一致,这可能

是因为类胡萝卜素与叶绿素的合成途径较为相似^[27],且含量呈现正相关关系^[28],而对于生长 7 d 的萝卜苗,3 种浓度壳聚糖包衣处理对其含量均未产生显著影响,这可能与萝卜苗生长过程中营养代谢及壳聚糖的稀释效应有关。

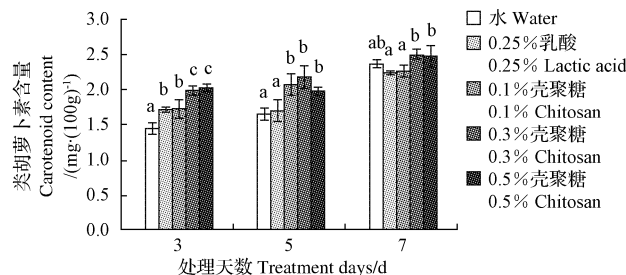


图 2 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗胡萝卜素含量的影响

Fig. 2 Effect of different concentrations of chitosan treatment on carotenoid content in radish sprouts

2.2 壳聚糖处理对萝卜幼苗总酚含量和 DPPH 抑制率的影响

酚类化合物是一类很重要的抗氧化物质。如图 3 所示,随着萝卜苗生长天数的增加,总酚含量呈现逐渐降低的趋势,这一结果与 Yuan 等^[10]研究结果一致,这是因为随着植株的生长,部分酚类化合物参与对机体具有重要防御作用的木质素合成^[29]。对于生长 3 d 和 5 d 的萝卜苗,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖处理均能显著提高总酚含量,而对于生长 7 d 的萝卜苗,只有 0.3%和 0.5%壳聚糖处理能提高其含量。该结果与 Cho 等^[16]研究结果一致。

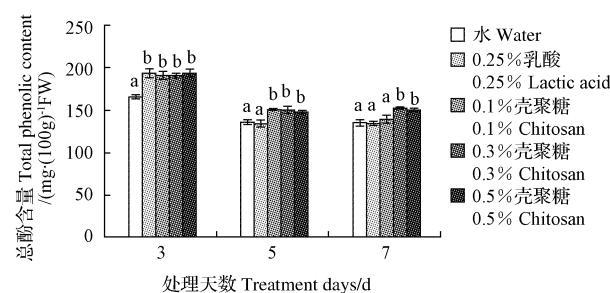


图 3 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗总酚含量的影响

Fig. 3 Effect of different concentrations of chitosan treatment on total phenolic content in radish sprouts

DPPH 抑制率是衡量植物机体抗氧化能力强弱的指标。如图 4 所示,随着萝卜苗生长天数的增加,DPPH 抑制率呈现逐渐降低的趋势;对于生长 3 d 和 5 d 的萝卜苗,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖处理均能显著提高其 DPPH 抑制率,而对于生长 7 d 的萝卜苗,只有 0.3%和 0.5%壳聚糖处理能提高 DPPH 抑制率。这一趋势与总酚含量变化情况相一致。原因可能在于 DPPH 抑制率的高低主要由总酚含量来决定。

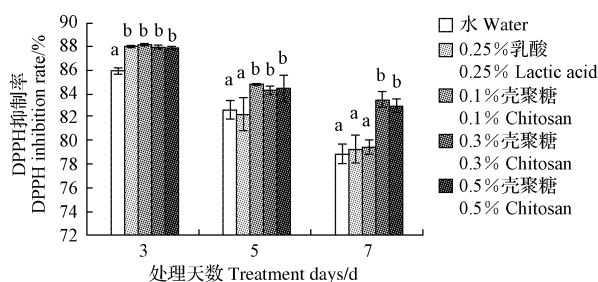


图4 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗 DPPH 抑制率的影响

Fig. 4 Effect of different concentrations of chitosan treatment on DPPH inhibition rate in radish sprouts

2.3 壳聚糖处理对萝卜幼苗芥子油苷含量的影响

芥子油苷是十字花科蔬菜中含量丰富的一类刺激代谢产物,广泛存在于植物根、茎、叶以及种子的细胞和组织中^[30]。其水解产物具有较强的抗癌能力和细胞保护能力,因此近些年来引起了研究者的极大兴趣^[31]。如图5所示,对于生长3 d和5 d的萝卜苗,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖处理均能显著提高其芥子油苷的含量,而对于生长7 d的萝卜苗,只有0.3%和0.5%壳聚糖处理能提高其含量。这与 Perez-balibrea 等^[12]的研究结果一致,原因可能在于壳聚糖能够诱导芥子油苷合成过程中相关基因的表达,但其影响机理有待进一步研究。随着壳聚糖浓度的提高,对芥子油苷含量的影响不大,原因可能在于高浓度的壳聚糖在种子表面形成较厚的包膜,不利于植株吸收水分而影响体内正常的代谢。

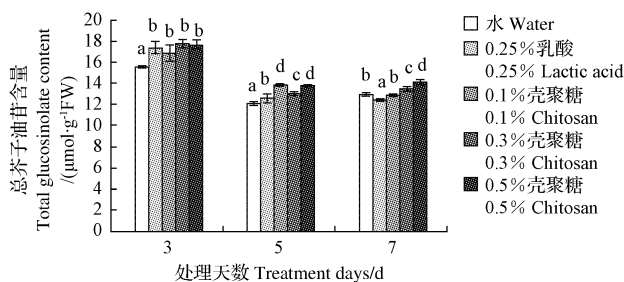


图5 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗芥子油苷含量的影响

Fig. 5 Effect of different concentrations of chitosan treatment on total glucosinolate content in radish sprouts

2.4 壳聚糖处理对萝卜幼苗 PAL 活性的影响

PAL 是与植物体内酚类化合物合成有关的一种重要的酶^[32]。如图6所示,对于生长3 d和7 d的萝卜苗,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖包衣处理对 PAL 活性均不会产生显著影响,而对于生长5 d的萝卜苗,3种浓度壳聚糖均会对其活性产生显著影响,而0.3%和0.5%壳聚糖处理能显著提高其活性。这可能是因为壳聚糖与能够诱导 PAL 合成或表达过程中相关基因的表达或调控有关,但其影响机理还需进一步研究。

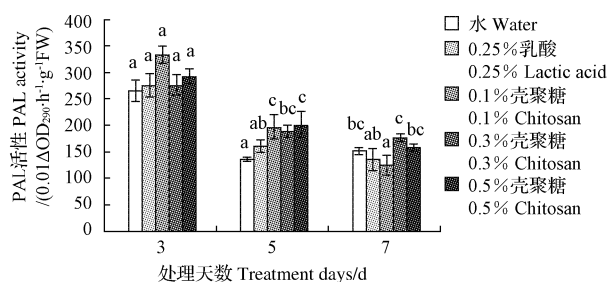


图6 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗 PAL 活性的影响

Fig. 6 Effect of different concentrations of chitosan treatment on PAL activity in radish sprouts

2.5 壳聚糖处理对萝卜幼苗抗氧化酶活性的影响

CAT 和 POD 在植物体内极其重要的抗氧化酶^[33]。CAT 通过直接清除体内产生的过剩的 H_2O_2 减轻氧化胁迫,进而维持正常的代谢^[34]。POD 在降低酚类化合物氧化为醌类物质的同时,能够分解 H_2O_2 ^[35]。如图7所示,对于生长3、5、7 d的萝卜苗,0.1%、0.3%、0.5%壳聚糖均能提高其 CAT 活性,且对于生长5 d的萝卜苗,壳聚糖浓度越高,其活性越强。如图8所示,对于生长3 d的萝卜苗,0.1%壳聚糖处理能够显著提高 POD 活性,而对于生长5 d和7 d的萝卜苗,0.5%壳聚糖处理能够显著提高其活性。

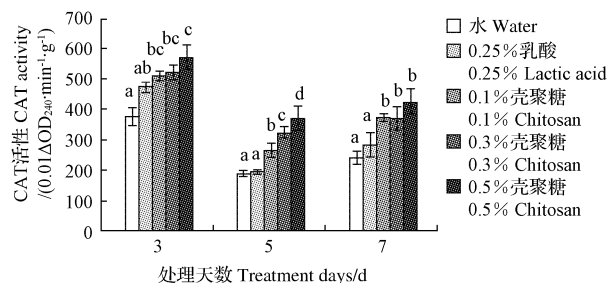


图7 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗 CAT 活性的影响

Fig. 7 Effect of different concentrations of chitosan treatment on CAT activity in radish sprouts

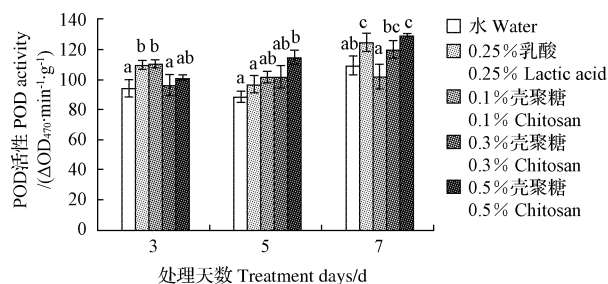


图8 不同浓度壳聚糖处理对不同生长天数的萝卜幼苗 POD 活性的影响

Fig. 8 Effect of different concentrations of chitosan treatment on POD activity in radish sprouts

3 结论

在农业生产中,壳聚糖作为一种天然生长调节剂,能够提高作物营养物质含量,改善其品质。该试验结果表明,不同浓度壳聚糖处理后对其营养物质的影响不同,但总体上来看,壳聚糖处理“盛丰”白萝卜种子能够显著提高萝卜苗中营养物质(叶绿素、类胡萝卜素、总酚、芥子油苷)的含量、增强其抗氧化(DPPH 抑制率、CAT 活性、POD 活性)能力。萝卜幼苗的营养价值远远高于成熟蔬菜,尤其是其体内含有的芥子油苷类物质,在食品、医药领域均有广阔的应用前景。在后续试验中,就如何阐明壳聚糖诱导萝卜苗内营养物质的合成机理有待进一步开展深入研究和探索。此外,该研究结果也为农业生产提供了一定参考。

参考文献

- [1] Temple N J. Antioxidants and disease: More questions than answers[J]. Nutrition Research, 2000(20): 449-459.
- [2] Hashimoto K, Kawamata S, Usui N, et al. *In vitro* induction of the anti-carcinogenic marker enzyme, quinone reductase, in human hepatoma cells by food extracts[J]. Cancer Letters, 2002, 180: 1-5.
- [3] Gundgaard J, Nielsen J N, Olsen J, et al. Increased intake of fruit and vegetables: estimation of impact in terms of life expectancy and healthcare costs[J]. Public Health Nutrition, 2003(6): 25-30.
- [4] Gossau A, Chen K Y. Nutraceuticals, apoptosis, and disease prevention[J]. Nutrition, 2004(20): 95-102.
- [5] Kopsell D E, Kopsell D A, Randle W A, et al. Kale carotenoids remain stable while flavor compounds respond to changes in sulfur fertility[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51: 5319-5325.
- [6] Singh J, Upadhyay A K, Prasad K, et al. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2007(20): 106-112.
- [7] Baenas N, Moreno D A, Garcia-viguera C. Selecting sprouts of brassicaceae for optimum phytochemical composition[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2012, 60: 11409-11420.
- [8] Schonhof I, Blankenburg D, Muller S, et al. Sulfur and nitrogen supply influence growth, product appearance, and glucosinolate concentration of broccoli[J]. Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde, 2007, 170: 65-72.
- [9] Perez-balibrea S, Moreno D A, Garcia-viguera C. Glucosinolates in Broccoli Sprouts (*Brassica oleracea* var. *italica*) as Conditioned by Sulphate Supply during Germination[J]. Journal of Food Science, 2010, 75: C673-C677.
- [10] Yuan G F, Wang X P, Guo R F, et al. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts[J]. Food Chemistry, 2010, 121: 1014-1019.
- [11] Guo R F, Yuan G F, Wang Q M. Sucrose enhances the accumulation of anthocyanins and glucosinolates in broccoli sprouts[J]. Food Chemistry, 2011, 129: 1080-1087.
- [12] Perez-balibrea S, Moreno D A, Garcia-viguera C. Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation[J]. Food Chemistry, 2011, 129: 35-44.
- [13] Zhou C G, Zhu Y, Luo Y B. Effects of sulfur fertilization on the accumulation of health-promoting phytochemicals in radish sprouts[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013, 61: 7552-7559.
- [14] Choi H S, Kim K T, Lee J Y, et al. Effect of presoaking treatments on growth and rot of soybean sprouts[J]. Journal of Food Science and Technology, 2000(32): 584-589.
- [15] No H K, Lee K S, Kim I D, et al. Chitosan treatment affects yield, ascorbic acid content, and hardness of soybean sprouts[J]. Journal of Food Science, 2003, 68: 680-685.
- [16] Cho M H, Prinyawiwatkul W. Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts[J]. Journal of Food Science, 2008, 73: 70-77.
- [17] 王学奎. 植物生理生化试验原理和技术[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [18] Ainsworth E A, Gillespie K M. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent[J]. Nature Protocols, 2007(2): 875-877.
- [19] 李培武, 周海燕. 油菜硫代葡萄糖苷检测技术研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(1): 127, 131-136.
- [20] 刘念, 蒙大庆, 汤天泽, 等. 油菜硫代葡萄糖苷检测技术研究进展[J]. 湖北农业科学, 2011(7): 1301-1304.
- [21] 赵玉梅, 曹姜. 果蔬采后生理生化试验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2011.
- [22] 张爱琴, 朱钟. 植物生理学试验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- [23] 张素霞. 菠菜叶中叶绿素提取工艺研究[J]. 中国食物与营养, 2008(5): 40-43.
- [24] 胡景江, 左仲武, 刘彦超. 壳聚糖对油松种子萌发及幼苗生理生化特性的影响[J]. 西北林学院学报, 2003(4): 21-23.
- [25] 郭东会, 朱启忠, 胡述浩. 干旱胁迫下壳聚糖对花生幼苗生理特性的影响[J]. 资源开发与市场, 2012(8): 676-678.
- [26] 李福枝, 刘飞, 曾晓希, 等. 天然类胡萝卜素的研究进展[J]. 食品工业科技, 2007(9): 227-232.
- [27] Kopsell D A, Berickman T C, Sams C E, et al. Influence of nitrogen and sulfur on biomass production and carotenoid and glucosinolate concentrations in watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55: 10628-10634.
- [28] Reif C, Arrigoni E, Schärer H, et al. Carotenoid database of commonly eaten Swiss vegetables and their estimated contribution to carotenoid intake[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2013(29): 64-72.
- [29] Kim H J, Chen F, Wang X, et al. Effect of methyl jasmonate on phenolics, isothiocyanate, and metabolic enzymes in radish sprout (*Raphanus sativus* L.)[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54: 7263-7269.
- [30] Fahey J W, Wehage S L, Holtzclaw W D, et al. Protection of humans by plant glucosinolates: efficiency of conversion of glucosinolates to isothiocyanates by the gastrointestinal microflora[J]. Cancer Prevention Research, 2012(5): 603-611.
- [31] Guerrero-beltran C E, Calderon-oliver M, Pedraza-chaverr I J, et al. Protective effect of sulforaphane against oxidative stress: Recent advances[J]. Experimental and Toxicologic Pathology, 2012, 64: 503-508.
- [32] Yuan Y X, Chiu L W, Li L. Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in red cabbage[J]. Planta, 2009, 230: 1141-1153.
- [33] 裴倩如. PVDC 包膜处理对黄瓜低温贮藏冷害的影响[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(18): 7936, 7938-7974.
- [34] Blokhina O V E, Fagerstedt K V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review[J]. Annals of Botany, 2003, 91: 179-194.
- [35] Sala J M, Lafuente M T. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling[J]. Postharvest Biology and Technology, 2000(20): 81-89.

不同酿酒葡萄品种果实成熟过程中花色苷含量变化

李小龙¹, 张振文^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 陕西省葡萄与葡萄酒工程中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以“赤霞珠”、“梅鹿辄”和“马瑟兰”3个葡萄品种为试材,利用高效液相色谱技术对成熟期间果实花色苷含量进行分析,研究果实成熟期间果实花色变化趋势。结果表明:在“马瑟兰”果实中9种花色苷都在其转色后30 d左右含量达到最大值,之后逐渐下降;在“赤霞珠”果实中,9种花色苷在转色后10 d左右含量达到最大值,然后趋于稳定;然而对于“梅鹿辄”果实,花青素3-O-葡萄糖苷和甲基花青素3-O-葡萄糖苷在转色后10 d其含量达到最大值,甲基花青素对香豆酰葡萄糖苷和二甲花翠素对香豆酰葡萄糖苷随着果实成熟,其含量始终在不断提高,而花翠素3-O-葡萄糖苷、3'-甲基花翠素3-O-葡萄糖苷、二甲花翠素3-O-葡萄糖苷、甲基花青素对香豆酰葡萄糖苷、二甲花翠素对香豆酰葡萄糖苷则在转色后20 d含量达到最大值。

关键词:花色苷;葡萄;“赤霞珠”;“梅鹿辄”;“马瑟兰”

中图分类号:Q 946 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)22-0013-05

花色苷是植物体内次生代谢物质,通过苯丙氨酸代谢途径合成。花色苷在红色的、紫色的葡萄果实中十分

常见,它是决定红葡萄及葡萄酒颜色的主要物质^[1-2]。花色苷也是葡萄与葡萄酒中一类重要的多酚类物质,具有消除自由基活性及抗癌活性功能,对其色泽、风味、口感和营养价值等都具有重要作用^[3]。花色苷多以糖苷即花色苷的形式存在,属于类黄酮-以黄酮核为基础的一类物质中能呈现红色的一族化合物^[4]。葡萄中花色苷主要以花青素、花翠素、3'-甲花翠素、青甲酰花翠素和二甲花翠素存在。花色苷形成糖苷时,如果只与1个糖分子结合,则形成单葡萄糖苷;如果同时与2个分子糖结

第一作者简介:李小龙(1989-),男,硕士研究生,研究方向为葡萄与葡萄酒。E-mail:bio200401@126.com.

责任作者:张振文(1960-),男,教授,现主要从事葡萄与葡萄酒等研究工作。E-mail:zhangzhw60@nwsuaf.cn.com.

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资助项目(CARS-30-zp-09)。

收稿日期:2014-07-17

Effect of Chitosan Treatment on Sprouts Physiological and Biochemical Property of Radish

ZHAO Xiao-guo, ZHU Yi

(College of Food Science and Nutritional Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract: Adopting “Shengfeng” white radish as experimental material, seeds were coated with different concentrations (0.1%, 0.3%, 0.5%) of chitosan. The variation of physiological indexes of 3-, 5- and 7-day-old sprouts (chlorophyll, carotenoid, total phenolic, total glucosinolate, DPPH inhibition ratio, PAL activity, CAT activity and POD activity) were investigated, to investigate the effect of chitosan treatment on sprouts physiological property of radish. The results showed that the effect of chitosan treatment on sprouts had a significant difference in comparison to the control sprouts. For the 3- and 5-day-old sprouts, the contents of chlorophyll, carotenoid, total phenolic and total glucosinolate were significantly enhanced under 0.1%, 0.3% and 0.5% of chitosan treatment. For the 7-day-old sprouts, the contents of chlorophyll, carotenoid, total phenolic and total glucosinolate were significantly increased under 0.3% and 0.5% of chitosan treatment. Besides, the CAT activity of 3-, 5- and 7-day-old sprouts and the PAL activity of 5-day-old sprouts were significantly increased under 0.1%, 0.3% and 0.5% of chitosan treatment. The POD activity of 3-day-old as well as 5-, 7-day-old sprouts was significantly enhanced under 0.1% and 0.5% of chitosan treatment, respectively. It showed the nutritional value of radish sprouts grown from the seeds coated with chitosan could be improved, which could provide guidance for agricultural production.

Keywords: radish; sprouts; chitosan; physiological and biochemical property