

紫外线辐射对葡萄生长发育的影响

贺艳楠, 张振文

(西北农林科技大学 葡萄酒学院, 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要:概述了紫外线辐射特别是 UV-B 辐射对葡萄节间长度、叶面积以及植株高度等形态特征, 叶片光合特性、叶片抗氧化作用、叶片代谢及果实代谢、果实品质等生理生化变化和葡萄酒质量的影响; 并从前人的研究结果中得出经验并探寻新的突破点, 为葡萄抗辐射胁迫的研究提供条件并为提高酿酒葡萄品质提供依据。

关键词:抗氧化; 葡萄; 代谢; 紫外线

中图分类号:S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)04-0182-04

自从 1985 年发现臭氧层空洞以来, 大气平流层中臭氧层的破坏, 已成为人们最关注的全球环境问题之一^[1]。由此引起的紫外线的增加对植物的影响, 也成为生态学的一个研究热点。有研究表明, 紫外线辐射到达地表的剂量与大气臭氧浓度有关, 臭氧浓度每减少 1%,

地表的紫外线辐射将增加 2%^[2]。紫外线的增加不仅会导致植物生长发育和生理生化发生一系列的变化^[3], 还会对植物起到胁迫作用^[4], 紫外线辐射会引起活性氧的增加, 使植物产生氧胁迫。而葡萄作为一种世界重要的水果, 以其独特的特性受到了消费者的广泛欢迎。特别是近年来随着酿酒技术的蓬勃发展, 葡萄酒行业也迎来了历史的新纪元。研究葡萄对紫外线辐射的响应可以帮助找到提高葡萄品质、改善酿酒原料的新途径。

1 紫外线辐射对葡萄形态特征的影响

在植物形态特征方面, 由于紫外线的辐射作用, 使得植物形态结构发生改变以应对辐射产生的相关胁迫^[5-10], 在葡萄上, 主要表现为紫外线影响葡萄的节间

第一作者简介:贺艳楠(1987-), 女, 在读硕士, 现主要从事葡萄与葡萄酒研究工作。

责任作者:张振文(1960-), 男, 硕士, 教授, 博士生导师, 现主要从事葡萄与葡萄酒研究工作。

基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目(CARS-30-zp-9)。

收稿日期:2011-12-19

[28] 梁宗琦. 蛹虫草无性型-蛹草拟青霉的确定[J]. 食用菌学报, 2001, 8(4): 28-32.

[29] 闫静, 周祖法, 袁卫东, 等. 蛹虫草优质高产栽培技术[J]. 杭州农业与科技, 2010(2): 40-41.

[30] 张金艳, 吴坤林, 段俊, 等. 培养瓶透气性对蛹虫草生长的影响[J]. 广东农业科学, 2010, 37(4): 45-47.

[31] 高晓梅, 陈月仍. 光照对人工培养蛹虫草子实体形成和生长的影响[J]. 广东农业科学, 2006(6): 31-32.

[32] 付鸣佳, 王小菁, 黄文芳. 蓝光诱导蛹虫草菌丝类胡萝卜素的积累[J]. 微生物学通报, 2005, 32(5): 24-28.

[33] 王菊凤, 杨道德, 李鹤鸣, 等. 蛹虫草的光温反应及生长发育特性[J]. 山地农业生物学报, 2006, 25(2): 136-140.

[34] 韦会平, 叶小莉, 张华英, 等. 用蛹虫草固体发酵法高效生产虫草素的研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(19): 2159-2162.

[35] DNB440700/T26-2007. 蛹虫草子实体人工栽培技术规程[S]. 江门: 广东省江门市质量技术监督局, 2007.

Artificial Cultivation Progress of *Cordyceps militaris*

FU Yan-kai¹, LENG Yun-wei¹, CAO Wen-hua²

(1. School of Chemical Engineering and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116; 2. Xuzhou Hengyuan Biological Engineering Limited Company, Xuzhou, Jiangsu 221116)

Abstract: The history of research on the stroma production of *Cordyceps militaris* was reviewed and the biosynthetic pathway of cordycepin was summarized. Some of the factors that may affect stroma formation and growth, including first control and secondary control factors were discussed. The author also made some suggestion on the future cordyceps industry development.

Key words: *Cordyceps militaris*; cordycepin; first control; secondary control

长、叶面积和植株高度。

1.1 紫外线辐射对葡萄节间长的影响

研究结果表明^[5-9],紫外线辐射会对植物的节间长产生一定的效应,这种效应有促进也有抑制。吴鲁阳等^[5]研究表明,在较低剂量的紫外线辐射下,葡萄生长点以下1~9节有促进作用,但与对照相比没有显著性差异;在高剂量的紫外线辐射下,葡萄生长点以下1~9节生长明显受到抑制,平均生长量仅是对照的70.14%,具有极显著性差异。而对于生长点以下10~16节的长度,则不论低剂量还是高剂量的紫外线辐射都会极显著的抑制其生长。王传海等^[6]在小麦上的研究表明,紫外线辐射抑制节间生长,大体与葡萄一致。对比可知,葡萄具有一定的紫外线抗性适应,较低浓度的紫外线可以使葡萄产生一定的生长发育性抗性,从而促进葡萄节间生长。

1.2 紫外线辐射对葡萄叶面积的影响

许多调查结果显示^[5-11],紫外线辐射对叶片产生影响,在植株形态方面,主要影响叶片的面积。有研究表明^[5-7],紫外线处理可以显著的减小葡萄叶片面积,在各个节位叶面积的统计检验中还可以看出,越接近光源的叶片受到的生长抑制或叶面积减小幅度越大,这可能与上部的叶片对下部的叶片起到了辐射遮挡作用,从而减少了下部叶片接受到的辐射量有关。叶面积的减小是葡萄对紫外线辐射所产生的逆境胁迫引起的适应性应激反应。

1.3 紫外线辐射对葡萄植株高度的影响

从多年来各种对紫外线辐射影响的研究中发现^[5-11],紫外线辐射对植株生长具有抑制作用。吴鲁阳等^[5]的研究发现,增强的UV-B辐射明显影响葡萄植株的正常生长,随着辐射的增强,植株高度受抑制程度加大,并在 $P<0.01$ 水平上差异极显著,说明越强的UV-B辐射对植株生长量的影响越明显。

2 紫外线辐射对葡萄生理状况的影响

紫外线辐射同样对葡萄生理状况产生影响,其影响有些是通过形态特征变化进一步产生的,主要表现在对叶片生理和果实生理的影响。

2.1 紫外线对葡萄叶片生理的影响

在叶片生理中,受到紫外线辐射影响的主要有叶片的光合作用^[12-14,19-21]、抗氧化酶活性^[10,13]、叶片代谢^[14-18]等方面。

2.1.1 紫外线辐射对葡萄叶片光合特性的影响 紫外线辐射下,叶片由于吸收紫外线而受到影响,其光合作用也会受到影响。周新明等^[10,12]研究了紫外线增强对葡萄光合作用日变化量的影响和紫外线辐射增强下叶片光合作用与叶龄关系。得到如下结果,一是低剂量紫外线辐射可以增加叶片气孔导度,增加叶片胞间 CO_2 浓度和水分利用率,使光合作用增强;二是高剂量紫外线

辐射使气孔导度降低,胞间 CO_2 浓度和水分利用率下降,导致光合作用减弱;三是低紫外线处理下,叶片光合作用随叶龄增加而增强,具有极显著差异;四是高剂量紫外线下,叶片光合作用强度随叶龄增加而降低,但与对照相比不具有差异显著性。以上结果可以说明,葡萄叶片对于紫外线辐射有较强的适应性,在较低紫外线下,刺激叶片气孔张开,加速光合作用的进行,这一过程是可以逆转可修复的^[19-20]。而高剂量紫外线由于破坏了叶片的超微结构,产生了不可逆的破坏,使得气孔关闭,光合作用减弱。

2.1.2 紫外线辐射对叶片抗氧化作用的影响 紫外线的辐射产生大量的活性氧,使葡萄叶片处于高活性氧的胁迫中^[13,18-19]。研究发现^[13],在整个辐射处理期间,低紫外线处理叶片的超氧化物歧化酶(SOD)活性总体高于对照,高紫外线处理叶片的SOD活性较对照有先升高后降低的变化趋势;低紫外线处理和高紫外线处理葡萄叶片的过氧化氢酶(CAT)活性均呈不断降低的变化趋势,过氧化物酶(POD)活性呈现出先升高后降低再升高的变化趋势。UV-B辐射处理组(低和高)类胡萝卜素(Car)含量在辐射初期(6~12 d)均低于对照,且差异不显著,但在辐射第30天显著高于对照。低紫外线处理与对照抗坏血酸(ASA)含量均呈逐渐升高的趋势;在辐射初期(6~9 d),高紫外线处理ASA含量低于对照,随着辐射量的累积,其ASA含量逐渐升高,24 d后呈下降趋势。随着辐射时间的延长,叶片中丙二醛(MDA)的含量明显增加,且始终为高紫外线处理>低紫外线处理>对照,辐射处理30 d后,CAT、POD活性升高,Car、MDA含量增加,ASA含量降低,而SOD活性变化不大。试验结果表明,辐射增强对葡萄叶片的保护酶系统和非酶促活性氧清除剂均产生了一定的影响。在辐射增强时,植株首先启用了保护酶系统,辐射初期保护酶含量都有很大的提高,对于清除紫外线引起的活性氧积累具有很重要的作用。高紫外辐射下,非酶促保护系统开启,辅助酶促保护对活性氧进行清除。当紫外线超过一定值时,叶片的保护作用不足以抵抗其产生的活性氧,活性氧大量积累,损坏叶片的超微结构,造成细胞程序性死亡。

2.1.3 紫外线辐射对葡萄叶片代谢的影响 紫外线的辐射作用会刺激植物的应激反应,造成某些代谢产物的产生^[14-18]。在遭受紫外辐射的非生物胁迫时,植物会产生胁迫响应,引起某些基因的过量表达,易产生某种代谢产物而抵抗胁迫的产生。在葡萄中,叶片受到紫外线胁迫时会产生酚类物质^[17-18]、黄酮类物质、白藜芦醇等物质。这些物质都具有很强的抗氧化功能,能够与超氧自由基结合而消除紫外线带来的活性氧对细胞的伤害作用,从而保护细胞。Bouhamidi等^[22]研究了在盐胁迫条件下紫外线辐射对植物抗氧化性参数的影响,结果表明,在紫外胁迫下,植物体内的抗氧化性物质增加,对光

吸收的花色素类增加,类黄酮类和多酚类还有白藜芦醇的含量均有所增加。这说明葡萄可以通过增加体内的代谢产物来应对紫外线胁迫。

2.2 紫外线对葡萄果实生理的影响

紫外线胁迫对葡萄果实生理的影响主要包括葡萄果实的代谢产物和葡萄果实的品质二方面。

2.2.1 紫外线辐射对葡萄果实代谢的影响 紫外线对葡萄果实代谢影响主要是影响果实内酚类物质^[23-24]、花色素类物质^[25]、类黄酮类物质^[33]、白藜芦醇等的增加。其中,以白藜芦醇的研究最为深入^[26-31]。Tsormpatsidis E等^[32]研究表明,在紫外线下生长的植株干重较没有紫外线辐射减少2倍,反过来讲,没有紫外线辐射的植株花色素含量较有紫外线辐射的植株大约低了8倍。此外,在花色素含量和紫外线波长照射间存在着近似线性关系。通过荧光检测发现紫外线辐射下由于多酚类物质的积累使光合作用减弱。这说明紫外线辐射诱导植物体内次级代谢产物的合成。Zhang W J等^[33]的研究表明,随着紫外线辐射的增强,植物体内产生类黄酮类物质,而且产物随紫外线强度有线性相关性。二苯乙烯和其它酚类物质也会随紫外线强度增加而有所增加。在葡萄果实内,除了类黄酮和酚类物质外,还有一类比较特别的物质产生,即白藜芦醇(Resveratrol)。荣瑞芬等^[34]研究了采后葡萄在紫外下辐射下发病率情况和白藜芦醇类物质含量,结果表明,红提葡萄经一定强度的紫外线C照射后,贮期发病率较对照有所减轻,但无显著差异,葡萄皮中白藜芦醇及白藜芦醇苷含量较对照有所提高,处理后第8天其含量分别比对照提高3倍和7倍。刘新荣等^[35]对紫外线处理下的酿酒葡萄品种中白藜芦醇含量进行了研究,结果表明,紫外线辐射300 s,在35℃下黑暗中贮存24 h后,可明显提高果皮中白藜芦醇及其二聚体含量。紫外线辐射对不同发育期果皮中白藜芦醇及其二聚体含量的影响并不相同,对白藜芦醇含量来说,果实转色期时紫外诱导效果最好;对白藜芦醇二聚体而言,不同时期的紫外诱导效果差异不显著。紫外线辐射均能提高苯丙氨酸裂解酶和过氧化物酶活性,且苯丙氨酸裂解酶活性与果皮中白藜芦醇的形成之间存在相关性,过氧化物酶活性与果皮中白藜芦醇二聚体的形成存在相关性。

2.2.2 紫外线辐射对葡萄果实品质的影响 在葡萄果实品质上,紫外线的作用主要是通过影响光合作用和影响代谢作用来实现的^[24,37]。孙莹等^[37]研究了紫外线辐射对酿酒葡萄赤霞珠果实品质的影响,结果表明,随着长时间紫外线B辐射,葡萄果实果粒较小,果实产量低,葡萄的着色指数有所下降,还原糖、滴定酸、糖酸比、可溶性固形物都有下降趋势,并且随着紫外线照射的增强,下降的趋势越显著。罗贯中等^[36]研究了紫外辐射对葡萄籽提取物中原花色素组成及自由基消除反应的影响,

结果表明,经5 d的紫外照射,原花色素的含量明显下降($P < 0.01$),3种主要化合物儿茶素或表儿茶素的聚合体(二聚体)、表儿茶素、儿茶素依次消失,然而其自由基清除率与对照样品相差不大($P > 0.05$),据进一步研究,紫外照射后,原花色素可能发生了聚合并生成花色素等有色物质,具体生成物及活性仍有待深入研究。

3 紫外线辐射对葡萄酒品质的影响

对于紫外线辐射对葡萄酒的影响研究,目前世界上还很少报道,Cantos等^[24]研究了7个不同的红色酿酒葡萄品种对苯二乙烯对紫外线C辐射的敏感性的影响,结果表明,在7种葡萄酒中,所有的品种中白藜芦醇含量都有所增加,云杉新苷类物质有较小幅度增加。其它多酚类和类黄酮之类物质变化不一。孙莹等^[37]研究表明,紫外线辐射在一定程度上增强了葡萄酒的质量,使葡萄酒中单宁含量升高,酒的骨架性强,在酒的色度上,由于葡萄品种和生长条件的差异,花色素含量增高,使葡萄酒色度增强。但研究结果也表明,采后葡萄在酿酒过程中单宁含量逐渐降低,色度也逐渐减小,对葡萄酒质量产生影响。

4 小结

随着自然环境的日益恶化,臭氧空洞的威胁也越来越严重,由此带来的紫外线辐射也相应的加剧。紫外线辐射对人和动植物产生了很大的影响,研究紫外线辐射对葡萄的影响将为酿酒葡萄的选种、酿酒特性研究以及葡萄次生代谢产物应用于医药卫生等领域提供了一定的依据。随着研究的深入,紫外线辐射对葡萄影响的研究将会更加深入与精细。

参考文献

- [1] Anderson J G, Toohey D W, Brune W H. Free radicals within the antarctic vortex; the role of CFCs in antarctic ozone loss [J]. Science, 1991, 251:39-46.
- [2] Scotto J, Cotton G, Urbach F. Biological effective ultra violet radiation: surface measurement s in the Unites States, 1974 to 1985 [J]. Science, 1988, 239:762-764.
- [3] Caldwell M M, Bronman J F. Effect s of increased solar ultraviolet on terrestrial ecosystem [J]. Photochem Photobiol, 1998, 46(6): 40-52.
- [4] Murphy T M. Membranes as target s of ult raviolet radiat ion [J]. Physiologia Plantarum, 1983, 58(2): 381-388.
- [5] 吴鲁阳, 张振文, 贺猷. 紫外线-B辐射增强对葡萄植株形态的影响 [J]. 干旱地区农业研究, 2006(4): 87-89.
- [6] 王传海, 郑有飞, 何都良, 等. 紫外辐射 UV-B 增加对小麦株高和节间细胞长度影响的初步研究 [J]. 中国农学通报, 2004, 20(1): 77-78.
- [7] 聂磊, 刘鸿先, 彭少麟. 增强 UV-B 辐射对柚树苗生长和生理特性效应研究 [J]. 生态科学, 2001, 20(3): 31-38.
- [8] 李元, 王勋陵. 紫外辐射增加对春小麦生理产量和品质的影响 [J]. 环境科学学报, 1998, 18(5): 504-509.
- [9] Mark U, Saile Mark M, Tevini M. Effects of solar UV-B radiation on growth, flowering and yield of Central and Southern European maize cultivars (*Zea mays* L.) [J]. Phot ochem Photobiol, 1996, 64(3): 457-462.
- [10] 周新明, 惠竹梅, 焦旭亮, 等. UV-B 辐射增强下葡萄叶片光合特性与

- 叶龄关系的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007(4): 216-220.
- [11] Martina Pollastrini V, Marco Ferretti, Giovanni Agati, et al. Influence of different light intensity regime on leaf features of *Vitis vinifera* L [C]. In ultraviolet radiation filtered condition Environmental and Experimental Botany, 2010.
- [12] 周新明, 张振文, 惠竹梅, 等. UV-B 辐射增强对葡萄光合作用日变化的影响[J]. 农业工程学报, 2009(3): 209-212.
- [13] 吴业飞, 吴鲁阳, 张振文. 紫外线-B 辐射增强对葡萄叶片抗氧化系统的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2008(12): 161-166.
- [14] 亓桂梅, Creasy G L. 乙磷铝和紫外线照射对葡萄叶片中芪类化合物的诱导作用[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2005(4): 12-18.
- [15] 罗葵, 王琴飞, 张岱, 等. 葡萄叶片中白藜芦醇的紫外线诱导研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2007(4): 4-6.
- [16] Versari A, Parpinello G P, Tornielli G B, et al. Stilbene compounds and stilbene synthase expression during ripening, wilting, and UV treatment in grape cv. Corvina [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49: 5531-5536.
- [17] Pfundel E E. Action of UV and visible radiation on chlorophyll fluorescence from dark-adapted grape leaves (*Vitis vinifera* L.) [J]. Photosynthesis Research, 2003, 75: 29-39.
- [18] Cassi-Lit M, Whitecross M I, Nayudu M, et al. UV-B irradiation induces differential leaf damage, ultrastructural changes and accumulation of specific phenolic compounds in rice cultivars [J]. Plant Physiol, 1997, 24(3): 261-274.
- [19] Allen D J, McKee I F, Farage P K, et al. Analysis of the limitation to CO₂ assimilation on exposure of leaves of two Brassica napus cultivars to UV-B [J]. Plant Cell Environ, 1997, 20(5): 633-640.
- [20] Miller H E, Booker F L, Fiscus E L, et al. UV-B radiation and ozone effects on growth yield and photosynthesis of soybean [J]. Environ Qual, 1994, 23(1): 89-91.
- [21] Berli F, D'Angelo J, Cavagnaro B, et al. Phenolic composition in grape (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) ripened with different solar UV-B radiation levels by capillary zone electrophoresis [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56: 2892-2898.
- [22] Bouhamidi R, Prevost V, Nouvelot A. High protection by grape seed proanthocyanidins (GSPC) of polyunsaturated fatty acids against UV-C induced peroxidation [C]. Comptes Rendus De L Academie Des Sciences Serie Iii-Sciences De La Vie-Life Sciences, 1998: 31-38.
- [23] Cantos E, Espin J C, Tomas-Barberan F A. Postharvest stilbene-enrichment of red and white table grape varieties using UV-C irradiation pulses [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50: 6322-6329.
- [24] Cantos E, Tomas-Barberan F A, Martinez A, et al. Differential stilbene induction susceptibility of seven red wine grape varieties upon post-harvest UV-C irradiation [J]. European Food Research and Technology, 2003, 217: 253-258.
- [25] Hofmann R, Shinkle J, Winefield C, et al. Waveband-dependence of UV effects on grape quality in New Zealand [J]. Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular and Integrative Physiology, 2009, 153: 202-203.
- [26] Katiyar S. KAGFD 11-Dietary grape seed proanthocyanidins inhibit photocarcinogenesis through prevention of UV-induced suppression of immune responses via induction of interleukin-12 in mice [J]. Abstracts of Papers of the American Chemical Society, 2007, 233: 11.
- [27] Li X D, Wu B H, Wang L J, et al. Changes in trans-resveratrol and other phenolic compounds in grape skin and seeds under low temperature storage after post-harvest UV-irradiation [J]. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 2009, 84: 113-118.
- [28] Likas D T, Tsiropoulos N G. Residue screening in apple, grape and wine food samples for seven new pesticides using HPLC with UV detection. An application to trifloxystrobin dissipation in grape and wine [J]. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2009, 89: 857-869.
- [29] Mantena S K, Katiyar S K. Grape seed proanthocyanidins inhibit UV-radiation-induced oxidative stress and activation of MAPK and NF-kappa B signaling in human epidermal keratinocytes [J]. Free Radical Biology and Medicine, 2006, 40: 1603-1614.
- [30] Mato I, Suarez-Luque S, Huidobro J F. Simple determination of main organic acids in grape juice and wine by using capillary zone electrophoresis with direct UV detection [J]. Food Chemistry, 2007, 102: 104-112.
- [31] Meeran S M, Sharma S D, Elmetts C A, et al. Suppression of UV-induced oxidative stress and activation of MAPK proteins and NF-kappa B through restoration of MAP kinase phosphatases by dietary grape seed proanthocyanidins [J]. Journal of Investigative Dermatology, 2007, 127: 139.
- [32] Tsormpatzidis E, Henbest R G C, Davis F J, et al. UV irradiance as a major influence on growth, development and secondary products of commercial importance in Lollo Rosso lettuce 'Revolution' grown under polyethylene films [J]. Environmental and Experimental Botany, 2008, 63: 232-239.
- [33] Zhang W J, Lars Olof Björn. The effect of ultraviolet radiation on the accumulation of medicinal compounds in plants [J]. Fitoterapia, 2009, 80: 207-218.
- [34] 荣瑞芬, 冯双庆, 戴蕴青. 短波紫外线照射对葡萄采后发病率及白藜芦醇化合物的影响[J]. 保鲜与加工, 2005(3): 8-9.
- [35] 刘新荣, 高丽萍, 夏涛. 紫外处理对酿酒葡萄果皮中白藜芦醇及其二聚体合成的影响[J]. 激光生物学报, 2009(1): 56-61.
- [36] 罗冠中, 张泽生. 紫外光辐射对葡萄籽原花色色素组成及清除自由基活性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2005(10): 41-44.
- [37] 孙莹, 张振文, 岳泰新, 等. 不同强度紫外线(UV)-B 辐射对葡萄品质影响[J]. 中国酿造, 2009(10): 164-168, 205.

Effect of Ultraviolet Radiation on Growth of Grape

HE Yan-nan, ZHANG Zhen-wen

(College of Enology, Northwest Agriculture and Forestry University, Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: Ultraviolet radiation, especially affect from UV-B on stem length, leaf area, height and shape of the plant, as well as, physiological and biochemical reaction including photosynthesis, antioxidation, metabolism of the leaf, quality of fruit and wine were summarized. Experiences and novel breakthrough were found based on the research done by predecessors and conditions for research on grape radio resistance and reference on wine quality were provided.

Key words: antioxidant; grape; metabolism; UV radiation