

叶面喷施壳寡糖对烤烟质体色素及其降解物质的影响

何佶弦¹, 张启莉¹, 雷强², 顾会战¹, 胡刚², 杨兴有², 魏晓凯³, 喻保华⁴, 景延秋³, 俞世康^{1*}, 李俊举^{1*}

¹四川省烟草公司广元市公司, 四川 广元

²中国烟草总公司四川省公司, 四川 成都

³河南农业大学烟草学院, 河南 郑州

⁴河南农业大学经济与管理学院, 河南 郑州

Email: *1351262779@qq.com

收稿日期: 2021年6月21日; 录用日期: 2021年7月20日; 发布日期: 2021年7月27日

摘要

【目的】研究烤烟叶面喷施壳寡糖对烤烟质体色素及其降解物质的影响, 旨在提高广元烤烟香气品质, 探索新的农艺化控手段。【方法】以云烟87为供试品种, 采取随机区组试验, 设置5个处理, 每个处理三次重复, 在喷施过程中, 各个处理喷施壳寡糖的量相同浓度不同。【结果】随着喷施壳寡糖浓度的增加, 烤烟上中部叶叶绿素的含量呈先降低后升高再降低的趋势, T2 (喷施150 mg/L)处理时显著降低, 且最符合优质烟叶对叶绿素含量的要求。上中部烟叶类胡萝卜素含量在T1 (喷施100 mg/L)和T2 (喷施150 mg/L)处理时均有所升高, 上中部叶质体色素降解物质总量均在T2 (喷施150 mg/L)和T3 (喷施200 mg/L)处理时明显增多, 分别为873.73 μg/g、861.45 μg/g、889.79 μg/g和872.43 μg/g。【结论】烤烟喷施150 mg/L (T2处理)壳寡糖时, 可以显著降低烤烟叶绿素含量, 提高类胡萝卜素含量和质体色素降解物质总量。

关键词

烤烟, 壳寡糖浓度, 叶绿素含量, 类胡萝卜素含量, 质体色素降解物质总量

Effects of Chitooligosaccharide on Plastid Pigment and Its Degradation Products in Flue-Cured Tobacco Leaves

Jixian He¹, Qili Zhang¹, Qiang Lei², Huizhan Gu¹, Gang Hu², Xingyou Yang², Xiaokai Wei³, Baohua Yu⁴, Yanqiu Jing³, Shikang Yu^{1*}, Junju Li^{1*}

¹Sichuan Tobacco Company Guangyuan City Company, Guangyuan Sichuan

*通讯作者。

文章引用: 何佶弦, 张启莉, 雷强, 顾会战, 胡刚, 杨兴有, 魏晓凯, 喻保华, 景延秋, 俞世康, 李俊举. 叶面喷施壳寡糖对烤烟质体色素及其降解物质的影响[J]. 植物学研究, 2021, 10(4): 542-549. DOI: 10.12677/br.2021.104068

²China National Tobacco Corporation Sichuan Company, Chengdu Sichuan

³Tobacco College, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan

⁴College of Economics and Management, Henan Agricultural University, Zhengzhou Henan

Email: *1351262779@qq.com

Received: Jun. 21st, 2021; accepted: Jul. 20th, 2021; published: Jul. 27th, 2021

Abstract

[Objective] To study the effect of chitooligosaccharide on the plastid pigment and its degradation products of flue-cured tobacco leaves, in order to improve the quality and economic benefits of Guangyuan flue-cured tobacco, and to explore new agronomic control methods. **[Methods]** Yunyan 87 was used as the test variety, and the randomized block experiment was carried out. Five treatments were set up, each treatment was repeated three times. During the spraying process, the same concentration of chitosan oligosaccharide was different for each treatment. **[Results]** With the increase of chitosan concentration, the content of chlorophyll in the upper and middle leaves of flue-cured tobacco decreased first, then increased, and then decreased. T2 (spraying 150 mg/L) treatment significantly reduced the content of chlorophyll, which was the most in line with the requirements of high-quality tobacco leaves. The content of carotenoid in the upper and middle leaves increased with the increase of spraying concentration. The degradation products of plastid pigment in the upper and middle leaves of flue-cured tobacco were all in T2 (spraying 150 mg/L) and T3 (spraying 200 mg/L) treatment. **[Conclusion]** The content of chlorophyll, the content of carotenoids and the total amount of degradation products of plastid pigment in flue-cured tobacco can be significantly reduced by spraying 150 mg/L (T2) chitosan oligosaccharide.

Keywords

Flue Cured Tobacco, Chitooligosaccharide Concentration, Chlorophyll Content, Carotenoid Content, Total Degradation Products of Plastid Pigment

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

壳寡糖是由 2~10 个氨基葡萄糖通过 β -1,4-糖苷键连接而成的寡聚糖, 具有水溶性好、生物活性高的特点, 是一种碱性氨基多糖[1]。大量研究表明壳寡糖对植物根系发育有促进作用, 可以显著增加植物叶片净光合速率、气孔导度和蒸腾速率[2]。壳寡糖对缓解植物干旱也有显著的作用, 已有研究发现, 干旱胁迫下喷施壳寡糖能够显著降低植物超氧阴离子产生速率和丙二醛含量, 同时增加可溶性蛋白、葡萄糖、蔗糖、脯氨酸含量[3]。魏夕雅等[4]研究表明, 壳寡糖能够加速植物细胞内百菌清的代谢速率, 进而降低农药残留, 提高烟叶品质。质体色素存在于植物细胞器质体中, 主要包括叶绿素和类胡萝卜素, 是植物进行光合作用、吸收和转化光能的主要物质[5]。质体色素降解产物是烟叶重要的香味物质, 其种类和含量与烟叶的香气质和香气量密切相关[6]。一直以来烟叶质体色素及其降解产物一直是烟草工作者研究的热点之一。任梦娟等[7]研究表明, 在烤烟氮肥减施条件下, 喷施壳寡糖可促进烟株打顶前的生长, 提高烟株对氮素的吸收量和氮素利用率, 进而提高香味质量。杨章乐等[8]研究发现, 喷施壳寡糖有机水溶肥可以缩短云烟 97 生育期,

增加茎围、叶片数、叶面积和地上部、地下部干物质积累量, 进而提高烟叶产量、产值和上等烟比例, 利于感官质量的提升; 杨丽丽等[9]通过用饼肥替代纯化肥发现, 饼肥对于提高烤烟质体色素含量效果显著。王衡等[10]发现, 10 g/L 硼 + 4 g/L 锌配施对促进烟叶香气物质含量作用明显, 尤其是类胡萝卜素类降解物质。刘鹏飞等[11]研究表明, 土壤类型对烟叶质体色素及其降解产物含量有显著的影响, 其中暗棕土质条件下, 烟叶质体色素和类胡萝卜素降解产物含量明显高于黑沙土和白浆土。目前, 植物壳寡糖已成为人们新的研究领域, 前人关于壳寡糖对烤烟的研究主要集中在幼苗根系发育、病虫害以及各种酶的活性上, 但对于质体色素及其降解产物的研究并不多见。本试验通过对比分析, 选用对植物生长发育具有调节作用的壳寡糖, 通过设置不同的壳寡糖浓度梯度, 研究四川广元烟叶在特定生态条件和栽培条件下喷施壳寡糖对烤烟质体色素及其降解物质的影响, 以求为提高烟叶香气品质, 提供理论依据和技术支撑。

2. 材料与方法

2.1. 试验设计

该试验于 2019 年在四川省广元市普安镇进行。烟苗于 2019 年 5 月 1 日开始移栽, 7 月 20 日打顶。大田管理均按照当地生产优质烟叶的措施进行, 采取随机区组试验, 设置 5 个处理, 每个处理设置三次重复, 株距 50 cm 左右, 行距 120 cm 左右, 每个小区 45 株。土壤的 pH 为 7.16, 土壤碱解氮 153.78 mg/kg, 速效磷 56.83 mg/kg, 速效钾 179.95 mg/kg, 有机质 23.58 g/kg。

分别在伸根期(约移栽后 7 天)、旺长期(约移栽后 34 天)和成熟期(约移栽后 61 天)喷施 3 次, 所喷施壳寡糖的浓度如表 1 所示, 喷施量以烟株叶面均匀淋湿为准。水溶性壳寡糖由陕西横岭天然生物制品有限公司生产, 纯度 99%。

Table 1. Experimental design of spray chitosan oligosaccharide at maturity stage
表 1. 烤烟喷施壳寡糖试验设计

处理	成熟期喷施 mg/L
CK	0
T1	100
T2	150
T3	200
T4	250

2.2. 取样与测试

2.2.1. 样品采集

对试验中的每个小区的烟叶进行单独采收烘烤, 并根据国家烟叶分级标准进行等级筛选, 并选取具有代表性的 C3F 和 B2F 样品分别称取 1 kg。

2.2.2. 叶绿素和总类胡萝卜素测定

采用分光光度计法测定[12]。

2.2.3. 质体色素降解物质成分分析

采用内标法进行测定, 同时用蒸馏萃取仪和 HP5890II5972 气质联用仪(GC/MS)分析。

2.3. 数据分析

运用 SPSS 17.0 以及 Excel2016 进行, 采用单因素方差分析和 Duncan 新复极差法进行多重比较。

3. 结果与分析

3.1. 烤后烟叶质体色素含量的比较

3.1.1. 烤后烟叶上部叶质体色素含量

Table 2. Contents of carotenoids and chlorophyll in upper leaves of Flue-cured Tobacco under different concentrations of chitooligosaccharides ($\mu\text{g/g}$)

表 2. 不同浓度壳寡糖处理下烤烟上部叶类胡萝卜素与叶绿素含量($\mu\text{g/g}$)

处理	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素	类胡萝卜素	类胡萝卜素/叶绿素
CK	96.74a	24.10a	120.84a	121.02ab	1.00
T1	57.08b	30.78a	87.87ab	136.01a	1.55
T2	44.84b	21.95a	66.79bc	152.88a	2.29
T3	24.87b	14.43a	39.29c	89.62b	2.28
T4	28.15b	22.38a	50.53bc	120.04ab	2.38

由表 2 可知, 在各处理中上部叶叶绿素 a 含量大小依次为 CK > T1 > T2 > T4 > T3, 其中 T1、T2、T3 和 T4 与对照 CK 之间均有显著的差异, 且各个处理叶绿素 a 的含量与对照 CK 相比均有大幅的降低; 上部叶叶绿素 b 含量大小依次为 T1 > CK > T4 > T2 > T3, 且各处理之间均没有显著的差异; 叶绿素含量大小依次为 CK > T1 > T2 > T4 > T3, 其中对照 CK 和 T1 处理叶绿素含量没有显著的差异, T2、T3 和 T4 与对照 CK 之间差异显著, 与 CK 处理相比, T1、T2、T3 和 T4 叶绿素含量分别降低了 27.28%、44.73%、67.49% 和 58.18%。这说明喷施壳寡糖可以有效降低烟叶上部叶叶绿素含量, T2 处理的叶绿素含量为 66.79 $\mu\text{g/g}$, 高于 T3 和 T4 处理, 且小于 80 $\mu\text{g/g}$, 在优质烟叶绿素含量要求范围之内[13]; 类胡萝卜素含量大小依次为 T2 > T1 > CK > T4 > T3, 各个处理与对照 CK 之间均没有显著的差异, 与对照 CK 处理相比, T1 和 T2 类胡萝卜素含量分别升高了 12.39% 和 26.33%, T3 和 T4 分别降低了 25.95% 和 0.81%, 这说明低浓度的壳寡糖可以促进烟叶类胡萝卜素的合成, 高浓度的壳寡糖抑制类胡萝卜素的合成。研究表明, 类胡萝卜素和叶绿素的比值可以有效的反映出质体色素的降解程度, 可以作为优质特色烟生产的一个重要标准[14]。在各个处理中类胡萝卜素和叶绿素的比值大小依次为 T4 > T2 > T3 > T1 > CK, 与 CK 处理相比 T1、T2、T3 和 T4 分别提高了 55.00%、129.00%、128.00% 和 138.00%。

3.1.2. 烤后烟叶中部叶质体色素含量

Table 3. Contents of carotenoids and chlorophyll in middle leaves of Flue-cured Tobacco under different concentrations of chitooligosaccharides ($\mu\text{g/g}$)

表 3. 不同浓度壳寡糖处理下烤烟中部叶类胡萝卜素与叶绿素含量($\mu\text{g/g}$)

处理	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素	类胡萝卜素	类胡萝卜素/叶绿素
CK	81.40a	33.71a	115.11a	119.24a	1.04
T1	62.32ab	23.08ab	85.39ab	142.42a	1.67
T2	51.80abc	11.43b	63.23bc	140.02a	2.21
T3	24.39c	11.98b	36.37c	106.93a	2.94
T4	36.71bc	11.17b	47.87bc	117.66a	2.46

由表 3 可知, 中部叶叶绿素 a 含量大小依次为 CK > T1 > T2 > T4 > T3, 其中 T1 和 T2 与对照 CK 之间均没有显著的差异, T3 和 T4 与对照 CK 之间差异显著; 中部叶叶绿素 b 含量大小依次为 CK > T1 > T3 > T2 > T4, 其中 T1 与对照 CK 之间没有显著的差异, T2、T3 和 T4 与对照 CK 之间均有显著的差异。叶

绿素含量的大小依次为 CK > T1 > T2 > T4 > T3, 其中 T1 与对照 CK 之间没有显著的差异, T2、T3 和 T4 与对照 CK 之间差异显著, 与 CK 相比 T1、T2、T3、T4 分别减少了 25.82%、45.07%、68.40% 和 58.41%, T2 处理叶绿素含量大于 T3 和 T4 但均小于 80 $\mu\text{g/g}$, 处于优质烟叶叶绿素含量的范围[14], 这与对上部叶的影响一致。中部叶类胡萝卜素含量大小依次为 T1 > T2 > CK > T4 > T3, 各个处理与对照 CK 之间均没有显著的差异, 与 CK 相比, T1 和 T2 处理升高了 19.44% 和 17.43%, T3 和 T4 处理则降低了 10.32% 和 1.33%。中部叶类胡萝卜素含量与叶绿素含量的比值大小依次为 T3 > T4 > T2 > T1 > CK, 与 CK 相比 T1、T2、T3 和 T4 分别增加了 60.58%、112.50%、182.69% 和 136.54%。

3.2. 烤后烟叶质体色素降解物质比较

叶绿素和类胡萝卜素降解物质是中性香气成分的重要组成部分。烟草中约有 80 种香味成分来源于类胡萝卜素的降解, 其中类胡萝卜素降解物质中的 β -大马酮和巨豆三烯酮被认为是对烟叶香型风格影响最显著的 3 种主要香味物质的其中 2 种[15][16]。新植二烯是烟叶中重要的萜烯类化合物, 其含量在烤烟中占中性挥发性香气物质的比例最高, 与烟叶香气物质的质量密切相关[17]。烤烟中叶绿素的含量过高, 燃烧时会产生强烈的青杂气和刺激性, 严重影响烟叶的吸食品质。叶绿素降解过程中大量成分转化为新植二烯, 青杂气被清除, 同时产生清香气。

3.2.1. 烤后烟叶上部叶质体色素降解物质

Table 4. Contents of plastid pigment degradation substances in upper leaves of Flue-cured Tobacco under different concentrations of chitooligosaccharides ($\mu\text{g/g}$)

表 4. 不同浓度壳寡糖处理下烤烟上部叶质体色素降解物质含量($\mu\text{g/g}$)

质体色素降解产物	CK	T1	T2	T3	T4
巨豆三烯酮 1	2.37	3.05	3.29	2.47	2.26
巨豆三烯酮 2	10.07	11.34	12.49	11.62	11.07
巨豆三烯酮 3	4.93	4.24	5.16	5.02	4.28
巨豆三烯酮 4	12.31	13.28	12.96	14.78	14.41
β -大马酮	15.11	13.78	15.34	15.29	15.16
β -二氢大马酮	17.36	13.49	17.97	16.84	16.06
3-羟基- β -二氢大马酮	2.49	3.31	3.56	3.42	3.62
香叶基丙酮	3.64	3.21	3.79	3.91	2.84
二氢猕猴桃内酯	0.34	0.47	0.56	0.42	0.29
法尼基丙酮	8.64	7.16	10.31	10.03	9.94
芳樟醇	0.46	0.44	0.51	0.54	0.62
β -环柠檬醛	0.47	0.44	0.62	0.59	0.46
氧化异佛尔酮	0.19	0.24	0.26	0.16	0.21
螺岩兰草酮	0.94	0.97	1.07	0.84	0.92
异佛尔酮	0.11	0.09	0.12	0.17	0.15
新植二烯	716.45	645.87	789.45	767.53	687.26
类胡萝卜素降解物质总量	87.13	78.50	84.28	94.32	85.53
质体色素降解物质总量	802.98	724.37	873.73	861.45	772.79

由表 4 可知, 上部叶类胡萝卜素降解物质总量大小依次为 T3 > CK > T4 > T2 > T1, 与对照 CK 相比 T1、T2、T4 处理分别降低了 9.90%、3.27%、1.84%, 而 T3 则升高了 8.25%。在 15 中类胡萝卜素降解物质中, β -大马酮、 β -二氢大马酮、巨豆三烯酮 4 和巨豆三烯酮 2 的含量所占的比例较高; 3-羟基- β -二氢大马酮和芳樟醇的含量以 T4 处理最高; 巨豆三烯酮 4、香叶基丙酮、异佛尔酮的含量以 T3 处理最高; 巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 2、巨豆三烯酮 3、 β -大马酮、 β -二氢大马酮、二氢猕猴桃内酯、法尼基丙酮、 β -环柠檬醛、氧化异佛尔酮、螺岩兰草酮, 这 10 种香味物质的含量以 T2 处理最高; 与 CK 处理相比, T3 处理除了 β -二氢大马酮、氧化异佛尔酮、螺岩兰草酮这 3 种香气物质外, 其它 12 种香味物质均高于 CK; T1 处理有 8 种香气物质(巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 2、巨豆三烯酮 4、 β -大马酮、3-羟基- β -二氢大马酮、二氢猕猴桃内酯、氧化异佛尔酮、螺岩兰草酮)高于 CK; T4 处理除了巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 3、 β -二氢大马酮、香叶基丙酮、二氢猕猴桃内酯、 β -环柠檬醛、螺岩兰草酮外, 其它 8 种香味物质均高于 CK。新植二烯作为叶绿素的降解物质, 其含量大小依次为 T2 > T3 > CK > T4 > T1, 与 CK 相比, T2、T3 处理的含量分别升高了 10.19%、7.13%, 而 T1 和 T4 的含量分别降低了 9.85%、4.07%。上部叶质体色素降解物质总量的大小依次为 T2 > T3 > CK > T4 > T1, 与 CK 相比, T2、T3 处理的含量分别升高了 8.81% 和 7.28%, 而 T1 和 T4 的含量分别减小了 9.79% 和 3.76%。

3.2.2. 烤后烟叶中部叶质体色素降解物质

Table 5. Contents of plastid pigment degradation substances in middle leaves of Flue-cured Tobacco under different concentrations of chitoooligosaccharides ($\mu\text{g/g}$)

表 5. 不同浓度壳寡糖处理下烤烟中部叶质体色素降解物质含量($\mu\text{g/g}$)

质体色素降解产物	CK	T1	T2	T3	T4
巨豆三烯酮 1	2.24	2.54	3.47	2.86	2.42
巨豆三烯酮 2	12.34	10.23	10.35	12.78	10.38
巨豆三烯酮 3	6.42	4.67	6.57	6.24	5.27
巨豆三烯酮 4	14.06	14.37	14.78	12.84	13.41
β -大马酮	15.71	14.54	17.37	14.32	15.34
β -二氢大马酮	16.49	15.54	20.21	15.49	18.34
3-羟基- β -二氢大马酮	2.08	2.41	3.19	2.74	2.64
香叶基丙酮	3.51	3.14	3.48	3.44	2.57
二氢猕猴桃内酯	0.36	0.31	0.47	0.41	0.29
法尼基丙酮	8.32	7.21	12.41	11.23	10.34
芳樟醇	0.54	0.66	0.57	0.64	0.54
β -环柠檬醛	0.51	0.52	0.68	0.64	0.57
氧化异佛尔酮	0.14	0.26	0.28	0.19	0.18
螺岩兰草酮	0.94	0.85	0.97	0.95	0.88
异佛尔酮	0.14	0.09	0.12	0.12	0.09
新植二烯	726.45	612.78	794.87	787.54	698.71
类胡萝卜素降解物质总量	83.80	77.34	94.92	84.89	83.26
质体色素降解物质总量	810.25	690.12	889.79	872.43	781.97

由表 5 可知, 中部叶类胡萝卜素降解物质总量大小依次为 $T2 > T3 > CK > T4 > T1$, 与 CK 相比 T1 和 T4 处理降低了 7.71% 和 0.64%, 而 T2 和 T3 升高了 13.27% 和 1.30%。中部叶的 15 种类胡萝卜素降解物质中 β -大马酮、 β -二氢大马酮、巨豆三烯酮 4 和巨豆三烯酮 2 的含量所占的比例与上部叶基本一致。芳樟醇的含量以 T1 处理最高; 香叶基丙酮、异佛尔酮的含量以对照 CK 最高; 巨豆三烯酮 2 的含量以 T3 处理最高; 巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 3、巨豆三烯酮 4、 β -大马酮、 β -二氢大马酮、3-羟基- β -二氢大马酮、二氢猕猴桃内酯、法尼基丙酮、 β -环柠檬醛、氧化异佛尔酮、螺岩兰草酮, 这 11 种香气物质的含量以 T2 最高; 与 CK 相比, T3 处理除了巨豆三烯酮 3、巨豆三烯酮 4、 β -大马酮、 β -二氢大马酮、香叶基丙酮、氧化异佛尔酮这 6 种香气物质外, 其它 9 种中性香气物质均高于 CK; T1 处理有 6 种香气物质(巨豆三烯酮 1、巨豆三烯酮 4、芳樟醇、3-羟基- β -二氢大马酮、 β -环柠檬醛、氧化异佛尔酮)高于 CK; T4 处理有 6 种香气物质(巨豆三烯酮 1、 β -二氢大马酮、3-羟基- β -二氢大马酮、法尼基丙酮、 β -环柠檬醛、氧化异佛尔酮)高于 CK。中部叶新植二烯的含量大小依次为 $T2 > T3 > CK > T4 > T1$, 与 CK 相比, T2 和 T3 处理的含量分别升高了 9.42% 和 8.41%, 而 T1 和 T4 的含量减小了 15.65% 和 3.82%。中部叶质体色素降解物质总量大小依次为 $T2 > T3 > CK > T4 > T1$, 与 CK 相比, T2 和 T3 处理的含量分别升高了 9.82% 和 7.67%, 而 T1 和 T4 的含量分别减小了 14.83% 和 3.49%。

4. 讨论

4.1. 喷施壳寡糖对叶绿素和类胡萝卜素含量的影响

叶绿素含量与烟叶香气质和香气量呈正相关, 与劲头呈负相关, 叶绿素含量过高会严重影响烟叶的品质[18]。试验结果表明, 喷施壳寡糖降低了烤烟叶绿素的含量, 这与郭卫华[2]等的研究结果存在差异。这是因为两者喷施壳寡糖的生长阶段不同, 郭卫华等是在幼苗生长时期喷施壳寡糖, 幼苗期烟株内部生理生化状态和成熟期存在很大差异, 造成了烤烟对营养物质、水分和光照等的利用率不同, 同时两个生长阶段外部环境(光照时长、温度、降雨量等)不同也是造成这一差异的重要原因; 高浓度的壳寡糖对烟叶叶绿素含量有增加的趋势, 这与孙君艳[19]等对干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片叶绿素含量的影响结果相似, 这可能是由于高浓度的壳寡糖抑制了叶绿素降解途径的几种酶, 包括叶绿素 b 还原酶、叶绿素酶、脱镁螯合物酶和脱镁叶绿素水解酶。王绘艳等[20]研究发现, 不同浓度的壳寡糖对烤烟胡萝卜素的含量影响不同, 这与孙翠红等[21]的研究相似。这可能是由于不同浓度的壳寡糖对合成类胡萝卜素两种关键酶(LYCB 和 LYCE)的活性的影响不同造成的, 两种酶活性及其不稳定, 易受外源物质的影响[22]。

4.2. 喷施壳寡糖对叶绿素和类胡萝卜素降解物质含量的影响

类胡萝卜素及其降解种类和含量直接影响着烟叶的品质[23]。试验发现, 喷施壳寡糖有助于烤烟质体色素降解物质的增加, 促进了烤烟香气物质的合成, 这与任梦娟等[7]对烤烟喷施壳寡糖的研究结果相似。这可能是由于壳寡糖具有提高植物光合作用, 诱导植物抗病性, 提高了植物抵抗恶劣环境, 从而促进烤烟代谢和植物体内内源激素水平, 进而促进了香气物质的合成[24]; 孙翠红等[21]研究认为壳寡糖溶液不仅有效地提高烟叶中性致香成分的含量, 还可使烟叶化学成分更加协调, 从而使烟叶的品质得到改善, 本研究也有类似的结果。

本试验中, 烤烟上部叶质体色素含量及其降解物质总量均大于中部叶, 这与刘洪华等[25]的研究结果一致。其主要原因是上部叶接受光照和空气较多, 导致其酶促氧化能力变强, 进而促进了烤烟质体色素的降解。

5. 结论

综上所述, 喷施适量浓度的壳寡糖降低了烤烟叶绿素的含量; 类胡萝卜素含量和质体色素降解物质总量均有明显的提高; 综合来看, T2 处理(喷施 150 mg/L)的效果最好。

参考文献

- [1] 张运红. 高活性寡糖筛选及其促进植物生长的生理机制研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2011.
- [2] 郭卫华, 赵小明, 杜昱光. 壳寡糖对烟草幼苗生长和光合作用及与其相关生理指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(6): 1155-1157.
- [3] 赵肖琼, 梁泰帅, 张恒慧. 壳寡糖对 NaCl 胁迫下盆栽小白菜生长和品质的影响[J]. 北方园艺, 2020(15): 32-37.
- [4] 魏夕雅, 张丽丽, 顾超珩, 邵长勇, 闫燕燕, 史庆华, 巩彪. 壳寡糖对番茄和韭菜中有机磷类农药降解的生理调控作用[J]. 植物生理学报, 2020, 56(2): 285-293.
- [5] 过伟民, 尹启生, 宋纪真. 烟草质体色素及其降解产物影响因素研究进展[J]. 华北农学报, 2008, 23(z2): 358-362.
- [6] 张广富, 赵铭钦, 赵进恒, 王付峰, 张迪, 刘乐. 种植密度和顶端调节剂对烤烟质体色素及其降解产物的影响[J]. 华北农学报, 2011, 26(1): 151-156.
- [7] 任梦娟, 段卫东, 孙军伟, 申洪涛, 杨惠娟, 王俊, 胡坤, 史宏志. 减氮条件下喷施壳寡糖对烤烟氮素利用率及烟叶品质的影响[J]. 烟草科技, 2018, 51(11): 14-19.
- [8] 杨章乐, 左伟标, 张学军, 金康. 壳寡糖有机水溶肥对烤烟云烟 97 生长发育和产质量的影响[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(3): 158-160+251.
- [9] 杨丽丽, 邱尧, 杨梅玉, 刘备, 文亚雄, 谭石勇. 不同饼肥配施对烤烟干物质积累及质体色素含量的影响[J]. 中国农学通报, 2018, 34(16): 46-50.
- [10] 王蘅, 王小生, 查文菊, 张豹林. 不同浓度硼锌互作对烤烟色素及主流烟气中羰基化合物和香气物质的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(18): 18-21.
- [11] 刘鹏飞, 段宾宾, 韩富根, 李元实, 赵铭钦. 不同土壤类型对烤烟色素及其降解产物的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(5): 69-73.
- [12] 邹琦. 植物生理生化实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 42-44.
- [13] 周冀衡, 杨虹琦, 林桂华, 杨述元. 不同烤烟产区烟叶中主要挥发性香气物质的研究[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2004, 30(1): 20-23.
- [14] 何永秋, 刘国顺, 母海勇, 张红帅, 杨夏孟, 张秋菊, 钱华, 谢德平. 不同钾肥组合对烤烟质体色素及降解产物的影响[J]. 土壤, 2013, 45(3): 495-500.
- [15] 高远, 张艳玲, 张仕祥, 王建伟, 梁太波, 尹启生, 过伟民. 不同香型烤烟类胡萝卜素及其降解产物含量与感官质量的关系[J]. 烟草科技, 2014(2): 38-43.
- [16] 李章海, 王能如, 王东胜, 朱显灵, 徐增汉. 烤烟香型的重要影响因子及香型指数模型的构建初探[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(5): 2055-2057.
- [17] Shigenaga, M.K., Hagen, T.M. and Ames, B.N. (1994) Oxidative Damage and Mitochondrial Decay in Aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **91**, 10771-10778. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.23.10771>
- [18] 王树声. 烟叶色素与化学成分及评吸结果的相关分析[J]. 中国烟草, 1990(4): 21-24.
- [19] 孙君艳, 董丽平, 王付娟. 干旱胁迫下壳寡糖对玉米叶片叶绿素含量、含水量及保护酶活性的影响[J]. 河南农业科学, 2014, 43(9): 38-40+45.
- [20] 王绘艳, 王曙光, 史雨刚, 孙黛珍. 小麦叶绿素酶及脱镁叶绿素水解酶活性测定条件的优化[J]. 山西农业科学, 2019, 47(4): 541-544.
- [21] 孙翠红, 徐翠莲, 丁丽芳, 王雪芬, 李洪亮, 付培培, 陈发元, 李宝宝, 施守杰. 壳寡糖纳米银溶液对烟草花叶病的防治效果及对其化学品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2016, 50(1): 50-55.
- [22] 邹序生. 烟草类胡萝卜素性状杂种优势及其生物合成关键酶基因的差异表达分析[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2017.
- [23] 韦凤杰, 刘国顺, 杨永锋, 王芳, 李亚娟, 郭巧燕. 烤烟成熟过程中类胡萝卜素变化与其降解香气物质关系[J]. 中国农业科学, 2005, 38(9): 1882-1889.
- [24] 曾海红, 王江, 及春勇, 胡凯, 张付云, 尹恒. 田间使用壳寡糖对茶叶芽长和品质的影响[J]. 辽宁农业科学, 2015(6): 13-16.
- [25] 刘洪华, 赵铭钦, 王付峰, 张学杰, 吕中显, 张迎冬. 有机无机肥配施对烤烟质体色素及降解产物的影响[J]. 中国烟草科学, 2010, 31(5): 38-43.