

夜温对辣椒幼苗叶片光合色素的影响

周福利

(白银市平川区共和镇政府, 甘肃 白银 730900)

摘要: 以陇椒 2 号为试材, 在昼温 28 ℃条件下, 应用人工气候箱调控夜温, 分别研究了不同夜温(8、12、16、20 ℃)处理对辣椒幼苗叶片光合色素的影响。结果表明, 不同夜温下辣椒幼苗叶片叶绿素含量不同, 随处理温度的升高, 叶绿素总量逐渐增加。处理 14 d 后, 20 ℃夜温下的叶绿素总量明显高于其他处理, 分别较 8、12、16 ℃夜温处理提高 8.9、6.7、5.1 mg/L; 20 ℃夜温下, 类胡萝卜素含量较高, 分别较 8、12、16 ℃夜温处理提高 1.6、0.4、0.3 mg/L。说明在 20 ℃夜温下更有利辣椒幼苗叶片光合色素的增加。

关键词: 辣椒; 夜温; 光合色素

中图分类号: S641.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)09-0022-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2020.09.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2020.09.007)

Effect of Night Temperature on Photosynthetic Pigment of Pepper Seedling Leaves

ZHOU Fuli

(Gonghe Township Government of Pingchuan District, Baiyin Gansu 730900, China)

Abstract: Take Longjiao 2 as the test material, effect of different night temperature (8 ℃, 12 ℃, 16 ℃, 20 ℃) on growth and photosynthetic pigment in pepper seedlings leaves were studied by artificial climate box in daytime temperature of 28 ℃. The results showed that pepper seedlings under different night temperature of different chlorophyll content; with the increase of treatment temperature, total chlorophyll increased gradually. After fourteen days, the night temperature of 20 ℃ have the higher chlorophyll content than 8 ℃, 12 ℃, 16 ℃, and respectively increased 8.9 mg/L, 6.7 mg/L, 5.1 mg/L; meanwhile, it have the heighter carotenoids content and respectively increased 1.6 mg/L, 0.4 mg/L, 0.3 mg/L. Therefore, night temperature of 20 ℃ have more favorable photosynthetic pigment in leaves of pepper seedlings increased.

Key words: Pepper; Night temperature; Photosynthetic pigment

辣椒(*Capsicum annuum* L.)原产中南美洲, 明朝传入我国, 是我国种植的主要蔬菜

收稿日期: 2020-06-15

作者简介: 周福利(1984—), 女, 甘肃白银人, 助理农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18109433521。Email: 314541046@qq.com。

- [J]. *Plant Physiol.*, 1997, 114(4): 1369-1376.
- [13] 杨春祥, 李宪利, 高东升, 等. 低温胁迫对油桃花器官膜脂过氧化和保护酶活性的影响[J]. *果树学报*, 2005, 22(1): 69-71.
- [14] 王毅, 杨宏福, 李树德, 等. 园艺植物冷害和抗冷性的研究[J]. *园艺学报*, 1994, 21(3): 239-244.
- [15] 沙伟, 刘焕婷, 谭大海, 等. 低温胁迫对扎龙芦苇 SOD、POD 活性和可溶性蛋白含量的影响[J]. *齐齐哈尔大学学报*, 2008, 24(2): 1-4.
- [16] 周蕴薇, 聂绍荃. 翠南报春抗寒生理生态学研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2001.
- [17] 许彦平, 姚晓红, 刘晓强, 等. 近 30 a 甘肃天水气候资源变化对杏产量影响评估[J]. *干旱区地理*, 2015, 38(4): 684-691.
- (本文责编: 陈珩)

之一^[1]，同时随着设施栽培技术的发展，辣椒在设施反季节蔬菜中占有重要地位，成为我国农民脱贫致富的重要途径^[2]。陇椒 2 号是甘肃省日光温室栽培面积较大的辣椒品种之一，该品种能适应日光温室弱光照及高温多湿环境，且抗病虫害能力强，是日光温室栽培的理想品种。辣椒有机物的累积是白天的光合作用和晚上的呼吸作用之差所剩^[3]，夜间温度对辣椒生长发育尤为重要，较低的夜间温度可以降低呼吸速率，降低消耗，积累更多的有机物。但过低夜间温度导致辣椒生长不利，发育迟缓。因此，培育健壮的辣椒幼苗，促进后期开花结果^[4-5]，是提高辣椒产量的重要手段。低温易引起叶绿素含量的下降^[6]，适宜辣椒光合作用的昼温比较明确^[7-8]，但叶绿素含量随夜温变化研究鲜有报道。笔者以陇椒 2 号幼苗为试验材料，研究了不同夜间温度下辣椒幼苗叶片中叶绿素含量，旨在找出辣椒幼苗生长最适宜的夜温，为现代温室温度的精准管理提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料

指示辣椒品种为陇椒 2 号，甘肃省农业科学院蔬菜研究所选育并提供。

1.2 试验方法

试验于 2019 年 4 月至 7 月在白银市平川区共和镇温室中进行。2019 年 4 月在室内将消毒后的辣椒种子催芽，播种于装有草炭、蛭石和珍珠岩按体积比 3:3:1 配制基质的育苗盘(50 穴)中，2 株 1 穴，共 2 盘 200 株，幼苗达 7~8 片真叶时移栽到营养钵中。正常生长后，选整齐一致的壮苗分成 4 组，每组 24 株(12 盆)，将其分别移入 4 个功能相同的 RZX 型人工气候箱内进行不同夜温处理，试验光强均为 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ，光周期 12 h(昼/夜)。试验夜间温度处理共 4 个，分别为 8、12、16、20 $^{\circ}\text{C}$ ，昼温均为 28 $^{\circ}\text{C}$ 。

每处理 12 株，重复 3 次，分别于处理后 7、14 d 取样测定。

1.3 测定方法

试验测定在甘肃农业大学农学院蔬菜生理开放实验室进行。分别取处理后 7、14 d 的辣椒幼苗叶片，参照张宪政的丙酮乙醇混合液法^[9]，处理选取辣椒叶片，用直径为 1 cm 的打孔器打孔，共 24 片，分成 3 组，装入事先已做标记的试管中，用 80%丙酮浸泡 48 h，放入黑暗环境中每隔 12 h 振荡 1 次，然后在 663.0、645.0、440.0 nm 波长下用 U2800 紫外可见分光光度计测定叶绿素溶液的吸光光度值，计算叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量及类胡萝卜素的浓度。

叶绿素 a 浓度(mg/L): $C_a=9.78A_{663}-0.99A_{645}$

叶绿素 b 浓度(mg/L): $C_b=21.43A_{645}-4.65A_{663}$

叶绿素总浓度(mg/L): $C_{a+b}=5.13A_{663}+20.44A_{645}$

类胡萝卜素浓度(mg/L): $C_{car}=4.7A_{440}-0.27C_{a+b}$

式中， A_{663} 、 A_{645} 、 A_{440} 分别表示叶绿素溶液在波长 663.0、645.0、440.0 nm 下的吸光光度值。

1.4 数据分析

采用 Excel 软件进行数据统计和 SPSS 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 辣椒幼苗叶片叶绿素 a

由图 1、图 2 可知，处理 7 d 和处理 14 d 的叶绿素 a 含量均随夜温的增加而升高。夜温 20 $^{\circ}\text{C}$ 时，处理 7 d 分别较 8、12、16 $^{\circ}\text{C}$ 提高 1.8、1.5、0.4 mg/L，处理 14 d 分别较 8、12、16 $^{\circ}\text{C}$ 提高 5.9、4.3、3.3 mg/L；在夜温 8、12、16、20 $^{\circ}\text{C}$ 时，处理 14 d 的叶绿素 a 含量比处理 7 d 分别提高 2.6、3.9、3.8、6.7 mg/L。对辣椒幼苗叶片叶绿素 a 含量进行方差分析表明，处理 7 d 和 14 d 后均表现为夜温 20 $^{\circ}\text{C}$ 与 16 $^{\circ}\text{C}$ 差异不显著，与

8、12℃差异显著。夜温 20℃和 16℃下有利于辣椒幼苗叶片叶绿素 a 含量的增加,说明在 8~20℃温度范围内,升高温度有利于叶片叶绿素 a 的合成。在不同夜温条件下,叶片叶绿素 a 含量处理 14 d 高于处理 7 d,说明较长时间的夜温更能促进辣椒叶片叶绿素 a 的合成。

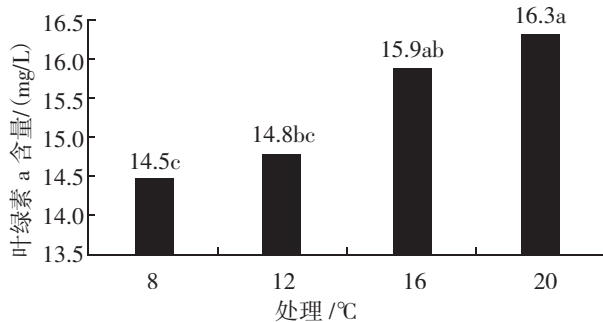


图 1 处理 7 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素 a 含量的影响

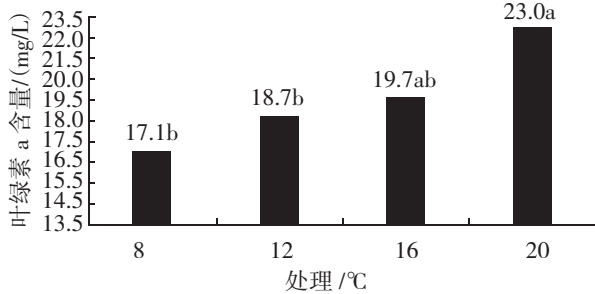


图 2 处理 14 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素 a 含量的影响

2.2 辣椒幼苗叶片叶绿素 b

由图 3、图 4 可知,随着夜温的升高,处理 7 d 和处理 14 d 的叶绿素 b 含量均逐渐升高。夜温 20℃时,叶绿素 b 含量处理 7 d 较夜温 8、12、16℃时分别提高 1.5、1.2、1.1 mg/L,处理 14 d 较夜温 8、12、16℃时分别提高 3.1、2.4、1.8 mg/L。夜温 8、12、16、20℃下处理 14 d 的叶绿素 b 含量比处理 7 d 分别提高了 0.4、0.8、1.3、2.0 mg/L。对辣椒幼苗叶片叶绿素 b 进行方差分析表明,处理 7 d 和 14 d 后均表现为夜温 20℃与 8、12、16℃差异显著。夜温 20℃下处理 7 d 和处理 14 d 叶绿素 b 的含量均为最高,说明此温度有利于辣椒幼苗叶片叶绿素

b 含量的增加,在 8~20℃范围内随温度的升高有利于叶绿素 b 的合成;处理 14 d 的叶绿素 b 的含量高于处理 7 d 的叶绿素 b 含量,说明持续的夜温更能促进叶绿素 b 的合成。

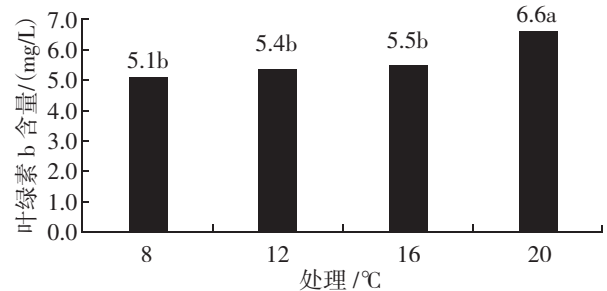


图 3 处理 7 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素 b 含量的影响

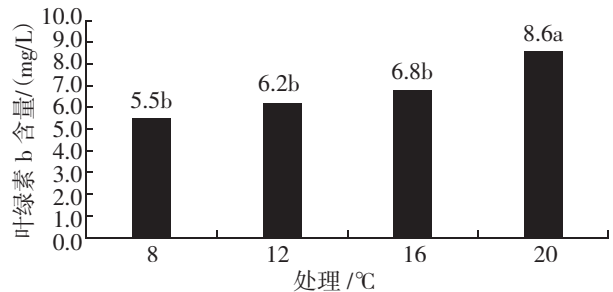


图 4 处理 14 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素 b 含量的影响

2.3 辣椒幼苗叶片叶绿素总量

由图 5、图 6 可知,随着夜温的增加,处理 7 d 和处理 14 d 的叶绿素总量均逐渐升高。夜温 20℃时,处理 7 d 较夜温 8、12、16℃时叶绿素总量分别提高 3.5、2.7、1.5 mg/L,处理 14 d 较夜温 8、12、16℃分别提高 8.9、6.7、5.1 mg/L。在 8、12、16、20℃下,处理 14 d 的叶绿素总量比处理 7 d 分别提高 3.3、4.7、5.7、8.1 mg/L。对叶绿素总

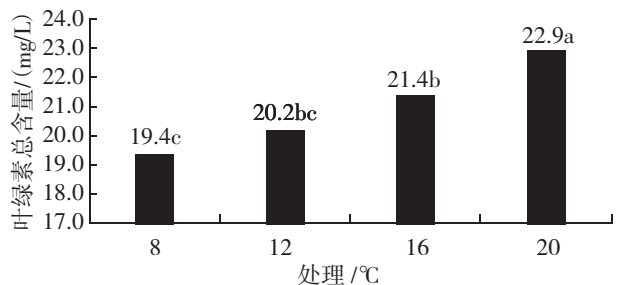


图 5 处理 7 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素总量的影响

量进行方差分析表明, 处理 7 d 夜温 20 ℃ 与 8、12、16 ℃ 差异显著; 处理 14 d 夜温 20 ℃ 与 16 ℃ 差异不显著, 与 8、12 ℃ 差异显著。

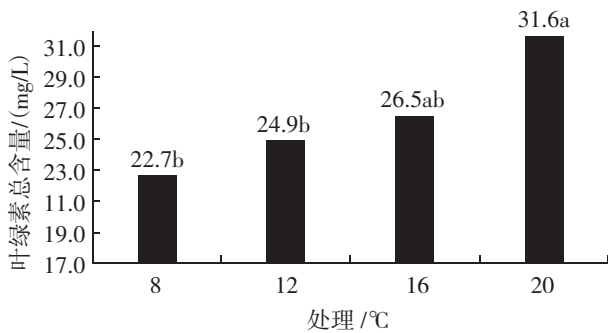


图 6 处理 14 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素总量的影响

2.4 辣椒幼苗叶片叶绿素 a/b

从图 7、图 8 可以看出, 在夜温 8 ~ 20 ℃ 范围内, 随温度的升高, 处理 7 d 叶绿素 a/b 先降后升再降, 处理 14 d 叶绿素 a/b 逐渐降低。对辣椒幼苗叶片叶绿素 a/b 进行方差分析表明, 处理 7 d 和处理 14 d 均为夜温 8 ℃ 与 12、16 ℃ 差异不显著, 与 20 ℃ 差异显著。处理 7 d 和处理 14 d 叶绿素 a/b 的变

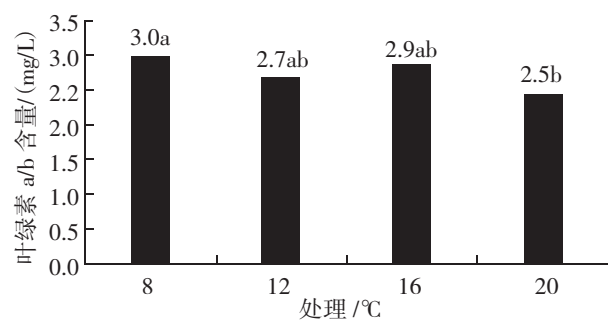


图 7 处理 7 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素 a/b 含量的影响

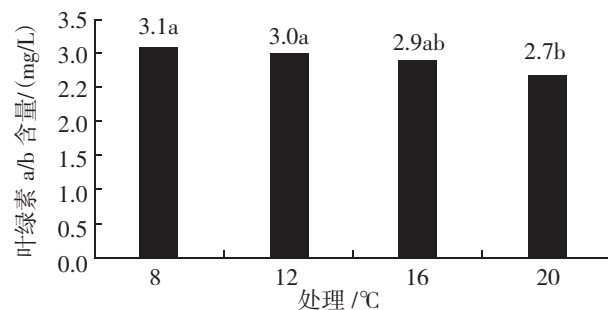


图 8 处理 14 d 夜温对辣椒幼苗叶片叶绿素 a/b 含量的影响

化很小, 说明叶绿素 b 所占比例较大, 能维持较大比例的捕光色素, 有利于植株吸收更多的光能。

2.5 辣椒幼苗叶片类胡萝卜素

叶片类胡萝卜素除吸收和传递光能外, 还能稳定叶绿素分子, 防止其自身氧化或被光破坏^[10]。从图 9、图 10 可看出, 处理 7 d 和处理 14 d 时, 夜温 20 ℃ 下的类胡萝卜素含量最高。对辣椒幼苗叶片类胡萝卜素含量进行方差分析表明, 处理 7 d 时夜温 20 ℃ 与 16 ℃ 差异不显著, 与 8、12 ℃ 差异显著; 处理 14 d 时夜温 20 ℃ 与 12、16 ℃ 差异不显著, 与 8 ℃ 差异显著。随处理天数的增加, 类胡萝卜素含量逐渐减少, 可能是因为随着时间的增加, 类胡萝卜素转换为叶绿素导致其含量减少。

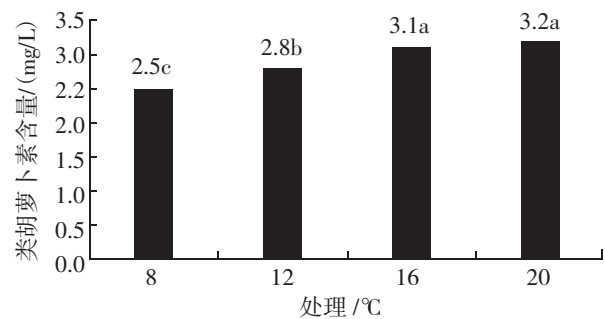


图 9 处理 7 d 夜温对辣椒幼苗叶片类胡萝卜素含量的影响

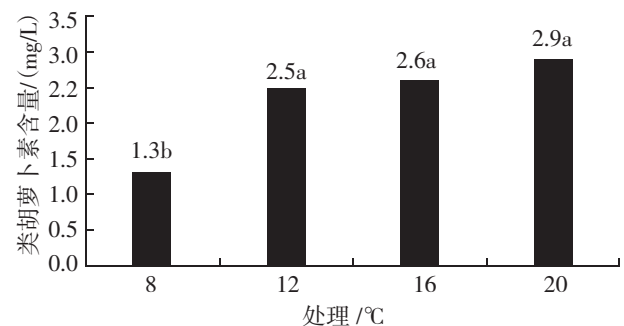


图 10 处理 14 d 夜温对辣椒幼苗叶片类胡萝卜素含量的影响

3 结论与讨论

试验表明, 不同夜温下辣椒幼苗叶片叶绿素含量不同, 随处理温度的增加, 叶绿素总量逐渐增加。处理 14 d 后, 20 ℃ 夜温下

的叶绿素总量明显高于其他夜温处理, 分别较 8、12、16 °C 夜温处理提高了 8.9、6.7、5.1 mg/L; 20 °C 夜温下类胡萝卜素的含量较高, 分别较 8、12、16 °C 夜温下增加 1.6、0.4、0.3 mg/L。说明 20 °C 夜温下, 更有利辣椒幼苗叶片光合色素的增加。

叶绿素在植物光合作用中起到捕获光能的重要作用, 其含量直接影响到植物光合能力的强弱^[6]。本试验表明, 叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量、类胡萝卜素含量随着温度的升高而升高, 这与前人研究一致^[11-18]。植物生长的重要能量来源和物质基础依赖于光合作用, 其中叶绿素 a/叶绿素 b 比值减少时, 叶片的光合活性能明显提高^[19-24]。本试验表明, 随温度的升高, 叶绿素 a/叶绿素 b 比值逐渐降低, 辣椒叶片维持较大比例的捕光色素, 从而促进植物吸收更多的光能, 利于植物进行光合作用。不同处理天数下, 14 d 处理的辣椒幼苗叶片的叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素总量含量均高于 7 d 处理, 持续适宜的夜温可以维持相对较大比例的中心色素, 有利于作用中心对光能的及时吸收和转换。本试验仅从叶绿素相对含量方面进行了分析, 还需对不同夜温对辣椒幼苗的生物量、荧光参数、气孔导度、净光合速率等其他指标进行深入研究。

参考文献:

- [1] 杨锦华, 李进, 张雪峰, 刘燕. 我国辣椒抗病毒病育种进展及方向[J]. 现代园艺, 2014(15): 7-8.
- [2] 马艳青. 我国辣椒产业形势分析[J]. 辣椒杂志, 2011, 9(1): 1-5.
- [3] 徐纪发. 周期性变温对番茄生长量的分析[J]. 北方园艺, 2004(3): 30.
- [4] 马艳青, 戴雄泽. 低温胁迫对辣椒抗寒性相关生理指标的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2000, 26(6): 461-462.
- [5] 蒋先明, 谭俊杰. 蔬菜栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 1984.
- [6] 王萍, 郭晓冬, 赵鹏, 等. 低温弱光对辣椒叶片光和色素含量的影响[J]. 北方园艺, 2007(7): 15-17.
- [7] 徐克章, 史跃林, 许贵民, 等. 保护地黄瓜叶片光合作用温度特性的研究[J]. 园艺学报, 1993, 20(1): 51-55.
- [8] 白青华, 郭晓冬, 王萍, 等. 低温对辣椒幼苗叶片氮及叶绿素含量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 6(12): 48-52.
- [9] 张宪政. 植物叶绿素含量测定-丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科技, 1986(3): 26-28.
- [10] 吴天珍. 低温弱光下辣椒叶片类胡萝卜素含量变化及其与叶绿素荧光参数的关系[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2015.
- [11] 任华中, 黄伟, 张福墁, 等. 低温弱光对温室番茄生理特性的影响[J]. 中国农业大学学报, 2002, 7(1): 95-101.
- [12] 和红云, 薛琳, 田丽萍, 等. 低温胁迫对甜瓜幼苗叶绿素含量及荧光参数的影响[J]. 北方园艺, 2008(4): 13-16.
- [13] 陈青君, 张福墁, 王永健, 等. 黄瓜对低温弱光反应的生理特征研究[J]. 中国农业科学, 2003, 36(1): 77-81.
- [14] 吴韶辉, 蔡妙珍, 石学根, 等. 高温对植物叶片光合作用的抑制机理[J]. 农业基础科学现代农业科技, 2010(15): 16-18.
- [15] 孙艳, 徐伟君, 范爱丽, 等. 高温强光下水杨酸对黄瓜叶片叶绿素荧光和叶黄素循环的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(3): 399-400.
- [16] SMILLIE R M. A method for chilling tolerance using chlorophyll fluorescence in vivo [M]. New York: Academic Press, 1984: 471-474.
- [17] 王萍, 郭晓冬, 郁继华, 等. 低温弱光对辣椒生长及光合作用的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(3): 360-363.
- [18] 颀建明, 郁继华, 黄高宝, 等. 弱光或低温弱光下辣椒叶片类胡萝卜素含量与品种耐性的关系[J]. 中国农业科学, 2010, 43(19): 4036-4044.
- [19] 周竹青, 张清良. 小麦品种(系)叶绿素含量变化及其与光合叶面积关系研究[J]. 孝感学院学报, 2001, 21(6): 5-8.
- [20] 洪法水, 魏正贵, 赵贵文. 菠菜叶绿素的浸提和协同萃取反应[J]. 应用化工, 2001, 18(7): 532-535.

冬小麦醇溶蛋白图谱与田间生物性状的相关性研究

张玉凤¹, 刘自成^{2,3}, 周 锋^{2,3}

(1. 陇南市武都区东江镇政府, 甘肃 陇南 746005; 2. 陇东学院农林科技学院, 甘肃庆阳 745000; 3. 甘肃省旱地冬小麦种质创新与应用工程研究中心, 甘肃 庆阳 745000)

摘要: 以冬小麦新品系陇育 0914 的 126 个株行系为试验材料, 进行田间生物性状鉴定, 再用聚丙烯酰胺电泳凝胶(A-PAGE)技术对陇育 0914 醇溶蛋白进行分析。结果发现, 醇溶蛋白 A-PAGE 图谱的变异与田间生物性状的穗色、株高和蜡质层有关, 而田间生物性状的叶耳色、护颖、颖肩和颖嘴的变异在图谱上并没有明显变化。

关键词: 冬小麦; 醇溶蛋白; A-PAGE; 生物性状

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)09-0027-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.09.008

Correlation Between Glycosylin Map and Field Biological Characters of Winter Wheat

ZHANG Yufeng¹, LIU Zicheng^{2,3}, ZHOU Feng^{2,3}

(1. Dongjiang Town Government, Wudu District, Longnan Gansu 746005, China; 2. College of Agriculture and Forestry Science and Technology, Longdong University, Qingyang Gansu 745000, China; 3. Gansu Aridland Research Center of Winter Wheat Germplasm Innovation and Application Engineering, Qingyang Gansu 745000, China)

Abstract: In this study, 126 lines of the new winter wheat strains of 0914 were used as experimental materials for field biological characteristics identification, and then polyacrylamide electrophoresis gel (A-PAGE) was used for analysis of 0914 gliadin. The results showed that the anomaly of the electrophoretogram by A-PAGE is connected with the color of ear, plant height and wax coat observed by the identification of the biological character, however, the anomaly of the electrophoretogram has been found no correlation with the color of auricle, empty glume, glume shoulder and mouth of glume.

Key words: Winter wheat; Prolamin; A-PAGE; Biological character

小麦醇溶蛋白是小麦种子中的主要贮藏蛋白之一, 约占小麦胚乳贮藏蛋白总量

收稿日期: 2020-06-22

基金项目: 甘肃省旱地冬小麦种质创新与应用工程研究中心“甘发改高技[2017]1162号”项目。

作者简介: 张玉凤(1969—), 女, 甘肃陇南人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)13993959229。Email: 1419231092@qq.com。

通信作者: 刘自成(1968—), 男, 甘肃镇原人, 教授, 硕士, 主要从事作物遗传育种与推广工作。联系电话: (0)15095587788。Email: nxlzch@163.com。

[21] 高 岐, 赵旭光, 谭煜媚. 分光光度法测定-超声波提取植物韭菜中叶绿素含量的研究[J]. 食品工业科技, 2007(8): 166-167.

[22] 林惠鸿, 韦娇媚, 朱积余, 等. 水分胁迫下柚木叶绿素荧光动力学特性[J]. 广西林业科学, 2015, 44(3): 239-243.

[23] 马惠萍. 高温胁迫对辣椒幼苗生长的影响研究[J]. 甘肃农业科技, 2007(1): 18-19.

[24] 王兰兰. 弱光处理对辣椒植株形态及生理指标的影响 [J]. 甘肃农业科技, 2004(5): 30-32.

(本文责编: 杨 杰)