

蓝光和红光下生菜生长差异及机理分析课题报告

1. 综述

光照强度通常超过植物吸收并利用能量的能力，从而引发胁迫，表现为植物细胞内自由基浓度增加和内部结构破坏，从而降低植物产量。植物通过一种称为非光化学淬灭的机制来解决这个问题，通过这种机制，它们可以耗散光合作用中未使用的能量。

首先应优化应用光的组成，以最大限度地提高其利用率。一项研究考察了单色 LED（红色 R、绿色 G 和蓝色 B）对番茄植株光保护和光合特性的影响。他们指出，单色绿光可以被视为照明系统的重要组成部分，以减轻能量耗散，而蓝光可以提高光合效率。这一研究不仅证明了光谱优化的重要性，还证明了不同波长的光会改变光合和光保护特性。

总的来说，结果表明绿光在降低非光化学淬灭技术振幅方面的潜在作用，而蓝光在 RGB 光谱中的作用是确保光合性能和光保护性能。

2. 实验意义

光环境的精准调控主要包含光谱、光照强度和光周期 3 个方面，这就是“光配方”。我们的实验聚焦于其中的光谱部分。

实验室前期的实验中，已经探讨了不同光质对模式植物拟南芥的影响，其结果为：在相同光强的强红光相较于强蓝光会使光和系统 II 受到更大损伤，导致叶片光保护能力下降，最终影响植株的正常生长。

而我的实验就是在这个实验的基础上，更进一步去研究不同光质对蔬菜生长的影响。聚焦于蓝光和红光对生菜生长造成的差异，重点关注光质对生物量合成和光合系统的影响。其意义如下：

1. 解决食物问题，通过探究植物生长的有利光质条件，使植物产生更多的生物质，提高光合作用效率，从而提高产量。

2. 随着人类的发展，可能会出现像植物工厂等类似的产业，在植物工厂中，人们不是利用太阳光，而是人造光源进行生产。植物工厂技术的突破将会为解决人类发展问题提供方法，可以帮助实现在荒漠、海面等非可耕地进行正常生产。也是未来航天工程、月球和其他星球探索过程中实现食物自给的重要手段。

我这项研究可以为植物工厂中光质条件的设定具有一定的指导意义，花费较少的能量成本完成生产，节约能源的同时不影响产量。因此我选择以生菜为载体，为进一步提高植物工厂蔬菜培养的生物量进行初步探索。

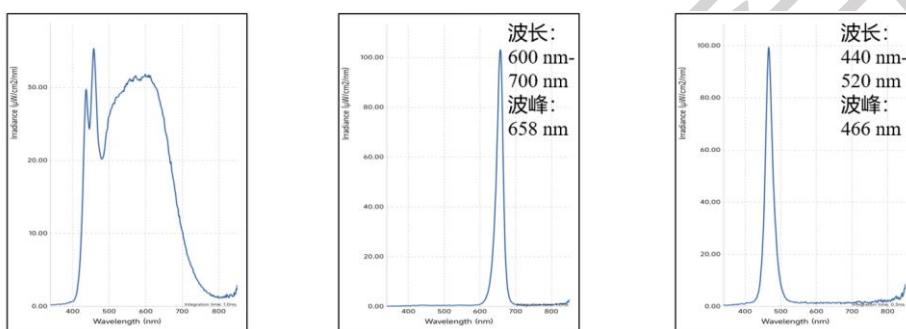
3.实验材料与方法

3.1 植物材料

取农科院速生菜种子，单棵种植于口径 8cm×8cm 的花盆内，温度 23 (±2) °C，湿度 70%。光质为白光，光照强度 200μmol/(m²·s)。待生菜生长至 30 天时，取生长健壮、无虫无害、长势相似的植株进行不同光质处理，每组处理设置五个重复。

3.2 不同光质处理

不改变原有温度、湿度等条件，将三组生菜苗分别放入不同光质（白（WL），蓝（BL），红（RL））（光照强度 200μmol/(m²·s)）下，处理 20 天后，测定其鲜重，NPQ，叶绿素含量（初始荧光（FO）、最大荧光（FM）、PSII 初级光能转换效率（FV / FM））等参数，并以白光下生长的生菜作为对照。不同光质波长参数如下图所示：



3.3 光化学淬灭系数测定

选取每组生菜 5 颗，放入暗室处理 1 小时，选取生菜的成熟叶片的叶肉部分，使用双通道 PAM 荧光检测设备，测定其光化学反应效率、光化学淬灭系数等叶绿素荧光参数。

3.4 叶片生理指标测定

每组选取 5 棵生菜，沿根部将莲座及以上全部剪下，并立刻对其进行称重，获得鲜重。

3.5 叶绿素含量测定

用取样器在生菜成熟叶片的叶肉部分取样，并称重（精确度 1mg），放置于离心管内，加入 1000μL 80% 丙酮和二氧化锆，放入研磨机研磨，然后放入高速离心机 12000 转每分钟离心 5 分钟。取上层清液 500μL，稀释至 1000μL，使用叶绿素含量测定仪测定并计算叶绿素荧光含量。公式为：

$$\text{叶绿素 a 含量 (mg/g 鲜重)} = (12.7 \times A_{663} - 2.69 \times A_{645}) \times V_{\text{提}} \times \text{稀释倍数} \times D \div m$$

$$\text{叶绿素 b 含量 (mg/g 鲜重)} = (22.9 \times A_{645} - 4.68 \times A_{663}) \times V_{\text{提}} \times \text{稀释倍数} \times D \div m$$

3.6 统计分析

实验数据采用 excel 进行处理并生成图像

4.实验结果与分析

4.1 不同光质处理对生菜形态的影响

与对照组（白光）相比：蓝光下的生菜较为挺拔，叶片质地较硬；红光下的生菜，茎叶较长，质地相对较软。

结果表明红光可促进植株茎叶横向伸展，而蓝光可抑制该效应。



阶段 1——白光下生长 30 天



阶段 2——不同光质处理 10 天



阶段 3——不同光质处理 20 天

注：以上每张照片的三颗生菜从左到右依次为白光、红光、蓝光不同处理后的样品展示（每组仅展示一颗，不同时间和不同光质组合，共 9 组）

4.2 不同光质处理对生菜鲜重，叶面积的影响

鲜重：红光下单棵植株的鲜重约为白光下的两倍，而蓝光单棵植株鲜重略大于对照组。单位面积鲜重：红光和蓝光下单位面积鲜重均大于白光组，且差异不大。

叶面积：与对照组相比，蓝光下叶面积略小，而红光下叶面积显著偏大。（该叶面积不是测量数据，而是在实验结束后为研究为何红光下光保护能力受损而鲜重较高的补充计算，计算公式为：叶面积=单位面积鲜重/单位面积鲜重）

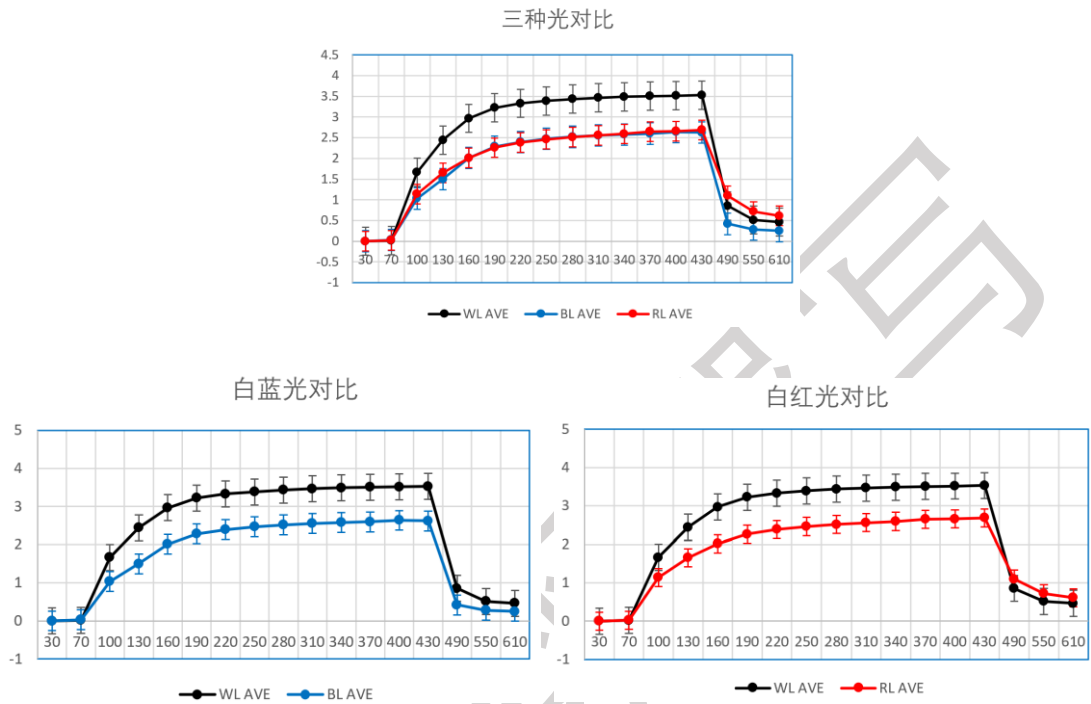
该结果表明，红光和蓝光在一定程度上，可以促进植物有机质的积累，使叶片加厚。蓝光处理表现出缩小叶面积的效果。



4.3 不同光质处理对菜叶片光合参数的影响

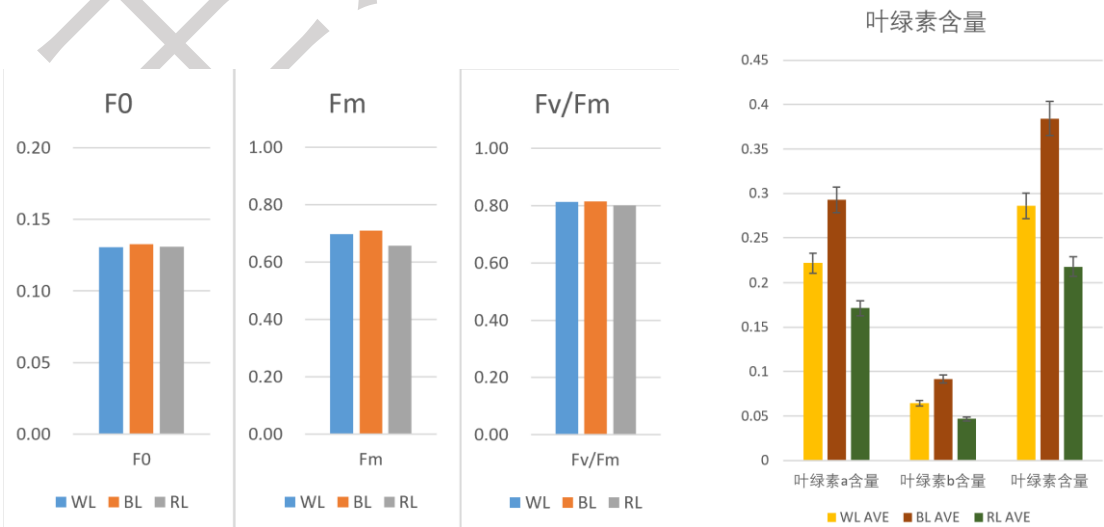
4.3.1 光化学淬灭系数

红光和蓝光下光化学淬灭系数明显低于对照组, 反映出野生型生菜的光保护能力强于实验组, 即红光和蓝光处理可能对植物光保护能力有一定的损伤。



4.3.2 其他光合参数

初始荧光 (F₀) :没有明显差异
最大荧光 (F_m) 和 PSII 初级光能转换效率 (F_v / F_m) :白光组和蓝光组略高于红光组
这一结果反映了蓝光对初级光能转化效率的潜在的促进作用, 以及红光对光能转换系统具有一定的损伤性。



4.3.3 叶绿素含量测定

在蓝光处理下，生菜的叶绿素含量明显上升；而红光处理下，叶绿素含量明显下降。

从其中明显的差异，我们可以看出，蓝光可以促进叶绿素的表达，而红光的作用与其相反，但其中可能涉及植物光保护的机制。

5. 总结

综上，探究不同光质下生菜生长差异有助于深入了解植物生长的机制，优化农业生产，促进设施园艺的发展，以及保障食品安全和健康。

1. 深入了解光质对植物生长的影响：光质是影响植物生长的重要环境因素之一。通过研究不同光质对生菜生长的影响，有助于更深入地了解光质对植物生长的作用机制。

2. 提高生菜的品质和产量：不同光质可以影响生菜的品质和产量。通过探究最佳的光质条件，可以优化生菜的生长环境，提高其品质和产量，为农业生产提供有益的参考。

3. 促进光合作用和光能利用率的提高：光合作用是植物生长的基础，而光质对光合作用的影响十分显著。通过研究不同光质下生菜的光合作用和光能利用率，有助于深入了解植物的光合作用机制，为提高植物的光能利用率提供理论依据。

4. 为设施园艺提供理论基础：设施园艺是现代农业的重要组成部分，而光质是设施园艺中重要的环境调控因素之一。通过探究不同光质下生菜的生长差异，有助于为设施园艺的生产提供理论基础和技术支持。

5. 为食品安全和健康提供保障：生菜是人们日常食用的蔬菜之一，其品质和安全性对人们的健康至关重要。通过探究不同光质下生菜的生长差异，可以深入了解生菜中营养成分的变化，为食品安全和健康提供保障。