

刘灿玉, 杨 峰, 陆信娟, 等. 脱毒对大蒜生长、碳氮代谢的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(8): 141–145.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.08.026

# 脱毒对大蒜生长、碳氮代谢的影响

刘灿玉, 杨 峰, 陆信娟, 赵永强, 张碧薇, 杨青青, 葛 杰, 樊继德  
(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 江苏徐州 221121)

**摘要:**以徐蒜 917 常规栽培种作为对照(CK), 选用脱毒  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_7$  代作为试验材料, 研究脱毒对大蒜生长、碳氮组分含量及其关键酶活性的影响。结果表明, 脱毒有利于提高大蒜农艺性状指标, 且随繁殖世代的增加, 其综合生长势呈先增后降的趋势, 以  $F_2$  代综合长势较好,  $F_7$  代除假茎粗、叶长和叶宽仍显著高于 CK 外, 其他与 CK 无显著差异。脱毒大蒜叶片色素含量随繁殖世代的增加呈下降趋势, 且处理间差异在抽薹期大于鳞茎膨大期。在抽薹期和鳞茎膨大期, 脱毒大蒜叶片总糖、还原糖和蔗糖含量均高于 CK, 蔗糖磷酸合成酶(PS)活性亦显著增加, 且均以  $F_2$  代最高。随繁殖世代的增加, 脱毒大蒜叶片蔗糖合成酶(SS)活性在抽薹期呈先降后升的趋势, 而在鳞茎膨大期呈先升后降的趋势。脱毒有利于提高大蒜叶片中抽薹期和鳞茎膨大期  $NO_3^-$ 、可溶性蛋白和游离氨基酸含量, 硝酸还原酶(NR)、谷酰胺合成酶(GS)、谷氨酰胺合成酶(GOGAT)活性显著增加, 脯氨酸含量在鳞茎膨大期亦显著增加。综上所述, 脱毒有利于大蒜生长, 增强其碳氮代谢关键酶活性, 促进碳氮吸收同化、糖的积累和蛋白质合成, 但随着脱毒大蒜繁殖世代的增加, 其生长优势会逐渐丧失。

**关键词:**脱毒大蒜; 抽薹期; 鳞茎膨大期; 生长; 碳代谢; 氮代谢; 碳氮代谢关键酶

**中图分类号:** S633.401 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2022)08-0141-04

大蒜属无性繁殖作物, 主要通过分瓣或形成气生鳞茎的方式进行繁殖, 母本鳞茎一旦被病毒侵入, 就会导致病毒在大蒜植株体内世代积累<sup>[1-2]</sup>。随着多年种植, 主产区大蒜病毒病日趋严重, 危害程度日益加剧, 已成为限制大蒜优质高产的主要因素之一。病毒病可造成大蒜品种退化, 产量显著降低<sup>[3-4]</sup>, 严重时会造成大蒜僵苗不发, 甚至绝产不收<sup>[5]</sup>, 同时会造成大蒜鳞茎整齐度差, 进而影响大蒜商品性, 降低其市场竞争力和经济效益。当前, 培育和栽培无病毒种苗是防治病毒病的根本措施<sup>[6]</sup>。吴青青等认为, 控制病毒病的传播目前最有效的做法是种苗脱毒<sup>[7]</sup>。赵硕等研究发现, 脱毒大蒜原原种和原种的长势和鳞茎质量均显著好于常规大蒜种植<sup>[8]</sup>; 徐培文等研究发现, 太仓大蒜脱毒后再次感染较慢, 可在 5 代内仍保持高产<sup>[9]</sup>; 刘文英等研究表明, 苍山大蒜脱毒后种至第 4 代, 仍有显

著增产效果, 经济效益明显, 脱毒原种在产区可利用至第 5 代<sup>[10]</sup>。与常规栽培种相比, 大蒜脱毒后长势旺盛, 可显著提高其产量和品质, 但目前大多数报道仅局限于观察、比较脱毒大蒜的增产效果, 而对于脱毒影响大蒜生长的生理机制的研究较少。碳氮代谢作为植株最基本、最重要的生理代谢过程<sup>[11]</sup>, 其在作物生育期间的动态变化直接影响光合产物的形成、转化及蛋白质的合成等过程, 对植物正常生长发育有着非常重要的影响<sup>[12]</sup>。本试验研究脱毒对大蒜生长、碳氮组分含量及其关键酶活性的影响, 以期为深入研究脱毒大蒜增产机理提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与试验设计

试验在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所试验示范基地进行, 脱毒 917 大蒜由茎尖脱毒组培技术获得试管苗(已病毒检测为无病毒株), 然后驯化获得原原种, 即为脱毒  $F_1$  代, 由原原种做种蒜获得原种, 即为脱毒  $F_2$  代, 以此类推。分别选择脱毒  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_7$  代作为试验材料, 以 917 常规栽培种作为对照(CK), 于 2019 年 10 月 4 日播种于网室中, 并加盖防虫网, 每个试验材料重复 3 次, 随机区组排

收稿日期: 2021-07-06

基金项目: 江苏省现代农业-重点及面上项目(编号: BE2018311);

江苏现代农业产业技术体系建设项目[编号: JATS(2021)048]。

作者简介: 刘灿玉(1988—), 女, 山东菏泽人, 博士, 助理研究员, 主要从事蔬菜栽培生理与育种研究。E-mail: liucanyu@126.com。

通信作者: 樊继德, 硕士, 副研究员, 主要从事大蒜育种与高效栽培技术研究。E-mail: fanjide@163.com。

列,每个小区面积为 20 m<sup>2</sup>,其他栽培方式按照徐州当地高产栽培水平进行。

1.2 测定项目与方法

根据《大蒜种质资源描述规范和数据标准》<sup>[13]</sup>调查大蒜农艺性状。分别于抽薹期(2020 年 4 月 7 日)、鳞茎膨大期(2020 年 5 月 7 日)取大蒜叶片,用液氮速冻后放于-80 ℃冰箱中,用于指标测定。采用乙醇提取法测定叶片色素含量<sup>[14]</sup>;硝态氮(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N)含量的测定采用赵世杰的方法<sup>[14]</sup>;参考 Saladin 等的方法测定铵态氮(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)、游离氨基酸和游离脯氨酸含量<sup>[15]</sup>;采用考马斯亮蓝法测定可溶性蛋白含量<sup>[16]</sup>;总糖和蔗糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[17]</sup>;还原糖含量的测定采用 3,5-二硝基比色法<sup>[18]</sup>;硝酸还原酶(NR)活性的测定采用活体法<sup>[14]</sup>;参照 Wang 等的方法测定谷酰胺合成酶(GS)活性<sup>[19]</sup>;参照 Groat 等的方法测定谷氨酸合酶(GOGAT)活性<sup>[20]</sup>;蔗糖磷酸合成酶(SPS)、蔗糖合成酶(SS)活性参照高俊凤的方法测定<sup>[18]</sup>。

表 1 脱毒大蒜的农艺性状

处理	株高 (cm)	株幅 (cm)	假茎高 (cm)	假茎粗 (cm)	叶长 (cm)	叶宽 (cm)	叶片数 (张)
CK	71.86d	61.47b	36.33d	18.99b	61.82d	3.37b	8.67b
F <sub>1</sub>	88.10b	76.97a	43.31b	23.66a	76.22b	3.43b	9.86a
F <sub>2</sub>	93.49a	76.19a	49.25a	22.22a	82.10a	3.50b	9.42ab
F <sub>3</sub>	81.83c	71.79a	39.00c	22.52a	82.60a	3.51b	9.00ab
F <sub>7</sub>	69.49d	55.89b	36.17d	22.63a	68.93c	3.88a	9.03ab

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。表 2 至表 4 同。

2.2 脱毒对大蒜叶片色素含量的影响

由表 2 可知,脱毒有利于提高大蒜叶片色素含量。在抽薹期,与 CK 相比,脱毒大蒜叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素含量均显著增加,但随繁殖世代的增加,脱毒大蒜的叶片色素含量呈下降趋势,叶绿素 a 和 b 均以脱毒 F<sub>1</sub> 代含量最高,F<sub>2</sub> 代次之,F<sub>3</sub> 代与 F<sub>7</sub> 代差异不显著,类胡萝卜素含量在 F<sub>1</sub> 代和 F<sub>2</sub> 代间无差异,显著高于 F<sub>3</sub> 代和 F<sub>7</sub> 代。至鳞茎膨大期,脱毒大蒜叶片色素含量随繁殖世代的增加亦呈下降趋势,但仅 F<sub>1</sub> 代显著高于其他世代。

2.3 脱毒对大蒜叶片糖含量及酶活性的影响

由表 3 可知,与 CK 相比,脱毒有利于提高大蒜叶片糖含量。在抽薹期,随繁殖世代的增加,脱毒大蒜叶片总糖、蔗糖含量及 SPS 活性均呈先增后降的趋势,且均以 F<sub>2</sub> 代最高,而 SS 活性呈先降后升的趋势,以脱毒 F<sub>2</sub> 代活性最低,与此同时,还原糖含量

1.3 数据处理

分别采用 Microsoft Excel 2003、DPS 7.5 软件进行试验数据处理和处理间差异显著性检验(Duncan's 新复极差法)。

2 结果与分析

2.1 脱毒对大蒜农艺性状的影响

由表 1 可知,脱毒有利于提高大蒜农艺性状指标。随繁殖世代的增加,脱毒大蒜株高、假茎高及叶长均呈先增后降的趋势,大体以 F<sub>2</sub> 代最好,F<sub>1</sub> 代次之,F<sub>7</sub> 代仅叶长仍显著高于 CK,其株高和假茎高与 CK 无差异。脱毒大蒜处理组间株幅呈下降趋势,且 F<sub>7</sub> 代与 CK 无差异,显著低于其他世代。脱毒大蒜间假茎粗无差异,均显著高于 CK。脱毒大蒜间叶宽以 F<sub>7</sub> 代最宽,显著高于其他世代。脱毒大蒜叶片数仅 F<sub>1</sub> 代显著高于 CK,其他与 CK 无显著差异。

表 2 脱毒对大蒜叶片色素含量的影响

生育期	处理	叶绿素 a 含量 (mg/g)	叶绿素 b 含量 (mg/g)	类胡萝卜 素含量 (mg/g)	叶绿素 a+b 含量 (mg/g)
抽薹期	CK	0.34d	0.11d	0.08c	0.45d
	F <sub>1</sub>	0.79a	0.28a	0.16a	1.07a
	F <sub>2</sub>	0.74b	0.25b	0.17a	0.99b
	F <sub>3</sub>	0.65c	0.23c	0.13b	0.89c
	F <sub>7</sub>	0.65c	0.24bc	0.13b	0.89c
鳞茎膨大期	CK	0.51c	0.21c	0.10b	0.72c
	F <sub>1</sub>	0.66a	0.27a	0.11a	0.92a
	F <sub>2</sub>	0.55b	0.24bc	0.09b	0.79b
	F <sub>3</sub>	0.54bc	0.24bc	0.09b	0.77bc
	F <sub>7</sub>	0.52bc	0.22bc	0.09b	0.74c

呈下降趋势,脱毒 F<sub>1</sub> 代和脱毒 F<sub>2</sub> 代差异不显著。鳞茎膨大期的大蒜叶片总糖、蔗糖含量及 SPS 活性

表 3 脱毒对大蒜叶片糖组分含量及酶活性的影响

生育期	处理	总糖含量 (mg/g)	还原糖含量 (mg/g)	蔗糖含量 (mg/g)	SS 活性 [ $\mu\text{mol}/(\text{g} \cdot \text{min})$ ]	SPS 活性 [ $\mu\text{mol}/(\text{g} \cdot \text{min})$ ]
抽薹期	CK	36.25c	21.64c	10.36d	0.98a	0.90d
	F <sub>1</sub>	43.23b	29.79a	12.40c	0.48d	1.38ab
	F <sub>2</sub>	49.76a	29.78a	19.78a	0.40e	1.50a
	F <sub>3</sub>	40.59bc	25.13b	14.56b	0.59c	1.15bc
	F <sub>7</sub>	38.16c	24.91b	10.79d	0.84b	1.03cd
鳞茎膨大期	CK	16.67c	8.45c	5.40c	0.94c	0.85c
	F <sub>1</sub>	33.13a	17.27b	7.06b	0.97c	1.13ab
	F <sub>2</sub>	37.40a	19.13a	10.17a	1.22b	1.30a
	F <sub>3</sub>	34.20a	17.21b	9.77a	1.34a	1.00bc
	F <sub>7</sub>	25.56b	16.91b	6.44bc	0.99c	0.92c

等的变化趋势与抽薹期基本一致,但 SS 活性与之相反,呈先升后降的趋势,以脱毒 F<sub>3</sub> 代活性最高,脱毒 F<sub>2</sub> 代次之。

2.4 脱毒对大蒜叶片氮代谢相关物质含量及酶活性的影响

由表 4 可知,与 CK 相比,脱毒有利于提高大蒜叶片的 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、可溶性蛋白、游离氨基酸及脯氨酸含量。抽薹期,随繁殖世代的增加,脱毒大蒜叶片 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、游离氨基酸含量及 NR 活性均呈先增后降的趋势,以脱毒 F<sub>2</sub> 代含量最高;与此同时,NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 含量

呈增加趋势,以脱毒 F<sub>3</sub> 含量最高;而可溶性蛋白含量及 GS、GOGAT 活性均呈下降趋势,以脱毒 F<sub>1</sub> 代最高,脱毒 F<sub>7</sub> 代最低,且均显著高于 CK;各处理间脯氨酸含量差异不显著。

至鳞茎膨大期,各处理间大蒜叶片 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 含量无显著差异;可溶性蛋白和游离氨基酸含量均随繁殖世代的增加呈先增后降的趋势,以脱毒 F<sub>2</sub> 代含量最高,脱毒 F<sub>1</sub> 代和脱毒 F<sub>7</sub> 代间差异不显著;脯氨酸含量呈下降趋势,以 F<sub>1</sub> 代最高;大蒜叶片 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 含量及 NR、GS、GOGAT 活性变化趋势与抽薹期基本一致。

表 4 脱毒对大蒜叶片氮代谢相关物质含量及酶活性的影响

生育期	处理	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 含量 ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 含量 ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	可溶性蛋白 含量(mg/g)	游离氨基酸 含量( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	脯氨酸 含量( $\mu\text{g}/\text{g}$ )	NR 活性 [ $\mu\text{g}/(\text{g} \cdot \text{h})$ ]	GS 活性 [ $\mu\text{mol}/(\text{g} \cdot \text{min})$ ]	GOGAT 活性 [ $\mu\text{mol}/(\text{g} \cdot \text{min})$ ]
抽薹期	CK	349.30c	2.89b	8.05c	68.78d	0.36a	2.86d	0.97d	1.69b
	F <sub>1</sub>	372.24c	2.04c	10.82a	86.78bc	0.40a	11.86b	1.68a	2.10a
	F <sub>2</sub>	522.52a	2.21c	10.28a	99.95a	0.40a	17.04a	1.31b	1.93ab
	F <sub>3</sub>	414.84b	3.48a	9.39b	97.12ab	0.40a	8.46c	1.20bc	1.90ab
	F <sub>7</sub>	410.63b	3.10ab	9.25b	80.04cd	0.37a	4.91d	1.13c	1.88ab
鳞茎膨大期	CK	285.63d	1.97a	5.56c	72.38b	0.30b	5.53c	0.71c	1.21b
	F <sub>1</sub>	328.70c	1.96a	6.93b	69.24b	0.42a	6.03b	1.14a	1.94a
	F <sub>2</sub>	555.76a	2.10a	8.72a	86.78a	0.41a	9.00a	0.97b	1.90a
	F <sub>3</sub>	494.43b	1.95a	8.28a	86.78a	0.35ab	6.03b	0.86b	1.76a
	F <sub>7</sub>	293.12d	2.19a	6.73b	76.36b	0.33b	5.91bc	0.89b	1.76a

3 讨论与结论

前人研究认为,无性繁殖作物在长期生产上易受到病毒侵染和积累<sup>[4,21]</sup>,可导致植株生长势减弱,叶片卷曲或坏死,最终导致产量和品质下降<sup>[22-23]</sup>。目前,种苗脱毒是减少和防止病毒造成损失的最有效方法<sup>[24-25]</sup>。蒋明权研究发现,甘薯脱毒后综合生长势优于常规栽培种<sup>[26]</sup>。本试验结果表明,大蒜脱毒有利于提高其生长势,且以脱毒 F<sub>2</sub> 代综合生长势

较好,这可能是因为脱毒 F<sub>2</sub> 代无病毒侵染或再次侵染后病毒积累尚较少,且繁殖营养体较大利于后期营养生长<sup>[27]</sup>。随着繁殖代数的增加,脱毒 F<sub>7</sub> 代的生长势已逐渐趋于常规栽培种,表明脱毒大蒜的生长优势会因病毒的再侵染和积累而逐渐丧失。

已有研究表明,植物被病毒侵染会造成其叶绿体结构变化,功能遭到破坏,影响碳同化和代谢<sup>[28]</sup>。蒋明权研究发现,种苗脱毒可提高甘薯整个生育期的叶绿素含量<sup>[26]</sup>。在本试验中,大蒜脱毒后叶片色

素含量显著增加,这与刘文英等的研究结果<sup>[10]</sup>一致,表明种苗脱毒可避免病毒对大蒜叶绿体结构和功能的不良影响,从而为增强碳代谢提供基础,但随着繁殖世代的增加,叶片色素含量开始下降,这可能是由病毒的再侵染和积累造成的。目前有关脱毒对大蒜碳代谢影响的研究尚有欠缺,本试验对此进行了初步研究,结果发现,脱毒大蒜总糖、还原糖和蔗糖含量在抽薹期和鳞茎膨大期 2 个生育期内均较高,且以 F<sub>2</sub> 代最高,SPS 活性亦显著增加,表明脱毒可提高大蒜叶中糖的合成代谢。此外,脱毒大蒜叶片 SS 活性在抽薹期低于常规栽培种,而在鳞茎膨大期反而上升,表明在抽薹期,大蒜脱毒在促进叶片碳同化和转化的同时还降低了糖的分解代谢;而在鳞茎膨大期,脱毒大蒜叶片中糖的分解代谢增强,这可能与光合产物从叶中向地下鳞茎输出有关。

前人研究发现,脱毒植株氮代谢活跃,叶片 NR 活性增强<sup>[26]</sup>,游离脯氨酸含量增加<sup>[24]</sup>。本试验中,抽薹期和鳞茎膨大期脱毒大蒜叶片中 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 含量和 NR 活性均显著增加,至 F<sub>7</sub> 代时与常规栽培种差异逐渐变小,说明脱毒可增强植株对 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的吸收和同化能力,但随繁殖世代的增加,病毒的再侵染和积累会导致其能力下降。与此同时,脱毒大蒜叶片中可溶性蛋白和游离氨基酸含量亦显著增加,这可能与脱毒诱导了 GS 和 GOGAT 活性增加有关。脱毒 F<sub>1</sub> 代和 F<sub>2</sub> 代鳞茎膨大期脯氨酸含量明显高于常规栽培种,而较高的脯氨酸含量可提高大蒜耐高温能力<sup>[29]</sup>,避免此生育期内高温引起的大蒜早衰,这或许是脱毒大蒜增产的原因之一。

在本试验中,脱毒可提高大蒜长势,叶绿素含量亦显著增加,碳氮代谢关键酶活性增强,利于糖分积累和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 吸收同化,但随着繁殖世代的增加,病毒的再侵染和积累可导致生长优势下降,种性退化。

#### 参考文献:

- [1] 高山林,金雍安,蔡朝晖,等. 大蒜分生组织培养脱病毒和快速繁殖技术[J]. 植物资源与环境学报,2000,9(3):15-18.
- [2] 陈世儒,黄菊辉. 大蒜离体快繁及脱毒[J]. 园艺学报,1991,18(3):245-250.
- [3] 李金娟. 大蒜病毒病原的分子鉴定与序列分析[D]. 兰州:甘肃农业大学,2011.
- [4] Fan B L, He R F, Shang Y T, et al. System construction of virus-free and rapid-propagation technology of Baodi garlic (*Allium sativum* L.) [J]. Scientia Horticulturae, 2017, 225: 498-504.
- [5] 高 畅, 杨 飞, 沈若刚, 等. 嘉定白蒜脱毒微鳞茎诱导的快繁技

- 术研究[J]. 中国蔬菜,2019(3):66-72.
- [6] 王 涛. 大蒜茎尖脱毒技术研究及酶活性分析[D]. 大连:大连工业大学,2013.
- [7] 吴青青,王维泽,崔 嵬,等. 百合茎尖培养材料的筛选及其组培配方的优化[J]. 贵州农业科学,2019,47(9):69-73.
- [8] 赵 硕,黄丹枫,高 畅,等. 组培脱毒嘉定白蒜原种生产的技术关键点试验研究[J]. 中国蔬菜,2019(10):65-71.
- [9] 徐培文,孙慧生,孙瑞杰,等. 大蒜茎尖培养脱毒及增产效果的研究[J]. 山东农业科学,1991,23(6):6-10.
- [10] 刘文英,李 辉,张凤伦,等. 脱毒苍山大蒜增产效果及生物学基础[J]. 华北农学报,1998,13(4):74-79.
- [11] 李 伟,杨顺瑛,郝东利,等. 利用 *gs1.1* 和 *gs1.2* 突变体研究外源蔗糖对高敏胁迫拟南芥碳氮代谢的影响[J]. 土壤,2020,53(1):21-29.
- [12] 张建新,葛淑芳,吴玉环,等. 干旱胁迫对紫金牛叶片碳氮代谢的影响[J]. 水土保持学报,2015,29(2):278-282.
- [13] 李锡香,朱德蔚. 大蒜种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006.
- [14] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2002.
- [15] Saladin G, Magné C, Clément C. Stress reactions in *Vitis vinifera* L. following soil application of the herbicide flumioxazin[J]. Chemosphere, 2003, 53(3):199-206.
- [16] 王月福,于振文,李尚霞,等. 氮素营养水平对冬小麦氮代谢关键酶活性变化和籽粒蛋白质含量的影响[J]. 作物学报,2002,28(6):743-748.
- [17] 高 松,刘 颖,刘学娜,等. 光质对大葱叶片碳氮代谢的影响[J]. 植物生理学报,2020,56(3):565-572.
- [18] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [19] Wang L, Zhou Q X, Ding L L, et al. Effect of cadmium toxicity on nitrogen metabolism in leaves of *Solanum nigrum* L. as a newly found cadmium hyperaccumulator[J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 154(1/2/3):818-825.
- [20] Groat R G, Vance C P. Root nodule enzymes of ammonia assimilation in alfalfa (*Medicago sativa* L.) developmental patterns and response to applied nitrogen[J]. Plant Physiology, 1981, 67(6):1198-1203.
- [21] Dijk P. *Carlavirus* isolates from cultivated *Allium* species represent three viruses[J]. Netherlands Journal of Plant Pathology, 1993, 99(5/6):233-257.
- [22] Pradhan S, Regmi T, Ranjit M, et al. Production of virus-free orchid *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw. by various tissue culture techniques[J]. Heliyon, 2016, 2(10):176.
- [23] Ling K S, Jackson D M, Harrison H, et al. Field evaluation of yield effects on the USA heirloom sweetpotato cultivars infected by sweet potato leaf curl virus[J]. Crop Protection, 2010, 29(7):757-765.
- [24] 陈选阳,陈凤翔,袁照年,等. 甘薯脱毒对一些生理指标的影响[J]. 福建农业大学学报,2001,30(4):449-453.

孙世君,赵 斌,张海博,等. 光照度和基质含水量互作对加工型番茄幼苗根系生长及生理影响的综合评价[J]. 江苏农业科学,2022,50(8):145-150.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.08.027

# 光照度和基质含水量互作对加工型番茄幼苗根系生长及生理影响的综合评价

孙世君<sup>1</sup>, 赵 斌<sup>1</sup>, 张海博<sup>2</sup>, 武秀梅<sup>3</sup>, 李艳丽<sup>4</sup>, 魏 娜<sup>5</sup>

(1. 河套学院, 内蒙古巴彦淖尔 015000; 2. 内蒙古通辽市科尔沁区农业技术推广中心, 内蒙古通辽 028000;

3. 内蒙古乌拉特中旗现代农牧事业发展中心, 内蒙古乌拉特中旗 015000; 4. 内蒙古科左中旗农业技术推广中心, 内蒙古科左中旗 029300;

5. 内蒙古巴彦淖尔市现代农牧事业发展中心, 内蒙古巴彦淖尔 015000)

**摘要:**研究不同光照度和基质含水量互作对加工型番茄幼苗根系生长和生理特性的影响。以加工型番茄品种屯河 9 号为试材, 采用固体基质盆栽的方式, 研究在 500、300、100  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$  光照度下, 不同基质含水量(基质最大持水量的 80%、70%、60%) 对加工型番茄幼苗根系生长、抗氧化酶活性等生理特性的影响, 并运用主成分分析的方法对不同光照度和基质含水量处理加工型番茄幼苗根系生长与生理指标进行综合分析评价。结果表明, 当光照度为 500  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ , 基质含水量为 80% 时, 加工型番茄幼苗的根长、根表面积和根体积均显著高于其他处理组合, 随着光照度降低, 加工型番茄幼苗的根系生长受到抑制, 抗氧化酶活性、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、渗透调节物质(可溶性蛋白、脯氨酸)含量、总叶绿素含量呈降低趋势, 丙二醛(MDA)含量呈升高趋势; 加工型番茄的总叶绿素含量与根表面积呈显著正相关, 脯氨酸含量与根长呈显著正相关, SOD 活性与平均直径呈极显著正相关; 主成分分析选择 3 个主成分对加工型番茄的生长和生理指标进行评价, 3 个主成分的累积贡献率已达 85.236%; 综合得分排名第一的是光照度为 500  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、基质含水量为 80% 处理, 光照度为 300  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、基质含水量为 70% 和光照度为 100  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、基质含水量为 60% 处理的综合排名都比同等光照度下其他基质含水量处理排名高。因此, 光照度为 500  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 、基质含水量为 80% 时, 最有利于加工型番茄幼苗根系的生长和生理活动, 当光照度不足时, 适当降低基质含水量可以增强加工型番茄幼苗对弱光的适应性。

**关键词:**加工型番茄; 光照度; 基质含水量; 生长; 主成分分析

**中图分类号:**S641.201 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)08-0145-06

内蒙古河套地区是我国加工番茄优质的原料生产基地, 栽培种植面积仅次于新疆, 居国内第 2

位<sup>[1]</sup>。正所谓“壮苗三分收, 弱苗一半丢”, 培育壮苗是丰产增收的重要前提, 但是由于设施内育苗过程中覆盖物、灰尘、阴天等造成的弱光逆境以及存在的浇水不规范等问题, 极易培育成“徒长苗”等亚健康苗, 导致幼苗质量下降, 影响番茄的生长、花芽分化及果实发育, 最终导致加工型番茄的产量和品质降低<sup>[2]</sup>。因此, 如何协调光照度和根际水分条件培育壮苗, 已然成为河套地区设施内加工型番茄育苗过程中需要解决的重要科学问题。王克磊等研究发现, 鲜食番茄植株在全光照下, 基质含水量为

收稿日期:2021-08-29

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金(编号:2021BS03009); 巴彦淖尔市科技计划(编号:BYZ2019-8); 河套学院人才引进项目(编号:HYRC2019003)。

作者简介:孙世君(1988—), 男, 内蒙古赤峰人, 讲师, 主要从事设施蔬菜高效栽培及抗性生理研究。E-mail:1048197709@qq.com  
通信作者:赵 斌, 副教授, 主要从事蔬菜优质高效育苗技术研究。  
E-mail:1913773722@qq.com。

[25] 沈升法, 吴列洪, 项 超. 甘薯脱毒微型薯育苗技术研究[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(5):97-100.

[26] 蒋明权. 甘薯茎尖脱毒、快繁技术及其脱毒苗增产机理的研究[D]. 合肥:安徽农业大学, 2004.

[27] 严根元, 顾丁元. 种瓣大小对大蒜生长发育及产量的影响[J]. 上海蔬菜, 1990(3):29.

[28] Lehrer A T, Moore P H, Komor E. Impact of sugarcane yellow leaf

virus (ScYLV) on the carbohydrate status of sugarcane; comparison of virus-free plants with symptomatic and asymptomatic virus-infected plants[J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 2007, 70(4/5/6):180-188.

[29] 邱念伟, 杨翠翠, 付文诚, 等. 高盐和高温胁迫下外源脯氨酸对 PS II 颗粒的保护作用[J]. 植物生理学报, 2013, 49(6):586-590.