

文章编号:1003-8701(2014)03-0079-04

不同遮光强度对温室内茼蒿体内硝酸盐积累的影响

李文亚,于锡宏*,蒋欣梅*,马英杰,高璐璐

(东北农业大学园艺学院,哈尔滨 150030)

摘要:硝酸盐极易在叶菜类蔬菜体内积累,过量摄取硝酸盐对人体健康存在威胁。光照是植物硝酸盐积累的重要影响因子,试验以光杆茼蒿为试材,研究不同遮光强度(100%、70%、50%、30%自然光)对其生长过程中硝酸盐积累的影响,旨在为叶菜类蔬菜安全生产提供理论依据。结果表明,遮光强度越强,硝酸盐积累越多,叶绿素、根系活力和硝酸还原酶活性越低。因此在实际生产中,改善光照条件是关键,必要时可进行人工补光来降低蔬菜硝酸盐含量。

关键词:遮光强度;茼蒿;硝酸盐积累;相关酶

中图分类号:S636.9

文献标识码:A

Effect of Different Light Intensity on Nitrate Accumulation in Crowndaisy Chrysanthemum in Greenhouse

LI Wen-ya, YU Xi-hong*, JIANG Xin-mei*, MA Ying-jie, GAO Lu-lu

(College of Horticulture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Nitrates can easily accumulate in leafy vegetables. Excessive intake of nitrate is a threat to human health. Light is an important influence factor of nitrate accumulation in plants. Using polished rod crowndaisy chrysanthemum as experiment materials, the effect of different light intensity (100%, 70%, 50%, 30% natural light) on nitrate accumulation in the process of their growth were studied to provide theoretical basis for safety of the leaf vegetables production. The results showed that when the shading was stronger, accumulation of nitrate was more, but chlorophyll, root activity and nitrate reductase activity was lower. Therefore, in actual production, improve lighting conditions is the key. If necessary, artificial light should be added to reduce the nitrate content of vegetables.

Keywords: Light intensity; Crowndaisy chrysanthemum; Nitrate accumulation; Related enzyme

我国蔬菜生产中常常因氮肥用量过高造成蔬菜体内硝酸盐积累,尤其是叶类蔬菜更为严重,长期摄入硝酸盐会对人体的健康造成严重的威胁^[1-2]。光是影响植物硝酸盐积累重要的环境因素之一^[3],光照是植物进行光合作用必需的能量来源,是形成叶绿素的必要条件,同时影响着植物的生长代谢和物质运输^[4]。光照可以通过调节氮代谢而影响

蔬菜体内硝酸盐的积累^[5-6]。蔬菜中硝酸盐的积累与其体内硝酸还原酶活性呈负相关,根系活力可以反映出植株吸收 NO_3^- 能力的强弱,谷氨酰胺合成酶作为联系氮同化代谢与无机代谢的关键酶,都与植物体内的硝酸盐积累有着密不可分的联系^[7]。周根娣等^[8]研究表明,当光照强度为正常光强的5%左右时,小白菜植株内的硝酸盐含量较对照要高6.7%~25.0%;何天秀等^[9]认为弱光条件下,硝酸盐含量比强光条件下高,Steingrover等对菠菜在收获前一天的晚上进行低光照处理,其硝态氮浓度比黑暗中的对照植株减少了25%^[10]。茼蒿含有丰富的营养物质,且气味芬芳,可以养心安神、稳定情绪、降压补脑,有“天然保健品、植物营养素”之美称。为此,本试验以茼蒿为试材,通过采用不同

收稿日期:2014-01-10

基金项目:吉林省世行贷款农产品质量安全应用研究项目(2011-Z15)

作者简介:李文亚(1989-),女,在读硕士,研究方向:蔬菜栽培与生理。

通讯作者:于锡宏,男,教授,E-mail:yxh100@sohu.com

蒋欣梅,女,副研究员,E-mail:jxm0917@163.com

的光照强度处理茼蒿,研究茼蒿生长过程中硝酸盐积累情况以及与其有关指标的变化规律,旨在为叶菜类蔬菜安全生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

5月22日播种于128孔的穴盘中,每孔1粒,当植株长至2片真叶时定植于温室内。试验所用温室为日光节能温室,墙体为红砖-苯板复合墙体,透明覆盖物为塑料薄膜,外覆盖为保温棉被。试验于温室中部进行,可排除温室南北光照差异的影响,取样时采取5点取样法,因此各处理之间亦不存在互相遮阴的影响因素。供试氮肥为尿素,作为基肥一次性施入,施入纯氮量为 $92\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。栽培时采用单因素随机区组设计,小区面积为 5 m^2 ,3次重复,行距15 cm,株距5 cm。定植后选择不同透光能力的遮阳网(即70%、50%、30%自然光)对其进行遮光处理,试验期间测定晴天中午的平均光照强度100%、70%、50%、30%自然光分别为103.7~118.6 klx,60.7~72.9 klx,42.5~48.4 klx和20.3~25.8 klx。缓苗后(6月14日)开始对植株叶片部位进行取样,每隔4 d取样一次,最后一个取样点即7月4日亦为商品收获期。连续取样5次,测定与硝酸盐积累相关的指标,其中硝酸盐含量测定采用水杨酸比色法^[11],叶绿素含量测定采用无水乙醇法^[12],根系活力测定采用改良TTC法^[13],硝酸还原酶活性测定采用磺胺比色法^[14],谷氨酰胺合成酶活力测定采用比色法^[15]。

2 结果与分析

2.1 不同遮光强度对茼蒿体内硝酸盐含量的影响

图1表明,遮光后,30%和50%自然光条件下的硝酸盐含量要高于70%和100%自然光;随着生长,30%和100%自然光条件下硝酸盐含量呈先上升后下降的趋势,而50%和70%自然光条件下则呈上升-下降-上升-下降的起伏趋势;整个生长期30%自然光条件下的硝酸盐积累都高于其他3组,且收获时该组的硝酸盐积累高于 2 g/kg ,根据国家标准^[16]超过了安全阈值,不建议食用。

通过方差分析表明,遮光后生长初期(6月14日)30%和50%自然光条件下差异不显著,两者均

显著高于70%和100%自然光处理,70%与100%自然光之间差异不显著。6月18日和6月22日测定的结果均表现为30%自然光的硝酸盐含量最高,而70%自然光显著低于其他处理。随着植株生长至6月26日时,4组硝酸盐积累都达到最高,其中30%自然光最大,显著高于其他3组。从6月26日开始至7月4日之间测定的结果表明茼蒿体内硝酸盐含量随光照的增加而降低,收获时各处理之间硝酸盐含量差异显著。

1.2 试验方法

供试作物为光杆茼蒿,由哈尔滨市陆峰种子商行提供。供试土壤为北方黑土,其理化性状见表1。

表1 供试土壤基本理化性状

全氮(%)	全磷(%)	缓效钾(mg/kg)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	有机质(g/kg)	pH
0.158	0.149	909.6	243.9	210.8	188	42.6	6.04

试验于2012~2013年在东北农业大学设施中心及蔬菜生产设施工程与环境调控实验室进行2年重复试验。

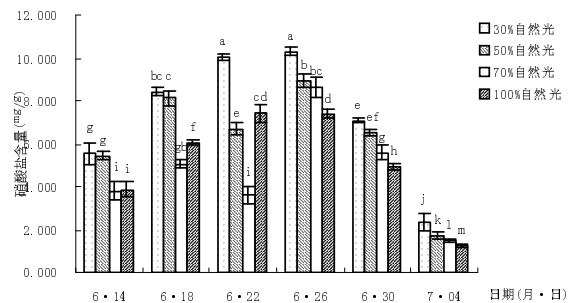


图1 不同遮光强度对茼蒿体内硝酸盐含量的影响

2.2 不同遮光强度对茼蒿体内叶绿素的影响

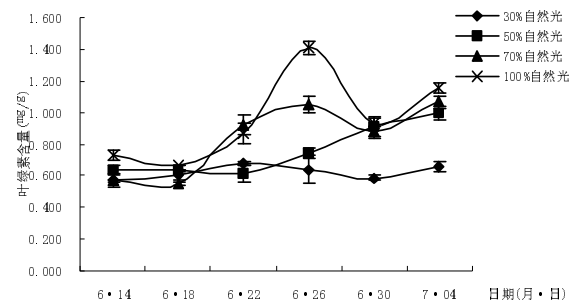


图2 不同遮光强度对茼蒿体内叶绿素含量的影响

图2表明,遮光后叶绿素含量明显比不遮光的要低,30%自然光条件下的叶绿素含量在生长后期明显低于其他3组,随着植株的生长,叶绿素的含量呈上升趋势;6月26日100%自然光的叶绿素含量达到最高峰;收获时叶绿素含量表现为100%自然光>70%自然光>50%自然光>30%自

然光。

2.3 不同遮光强度对茼蒿根系活力的影响

图 3 表明,生长前期各组的根系活力差异不大,随着生长根系活力越来越高,在 6 月 30 日时,100%自然光条件下茼蒿的根系活力达到最高值,其他依次为 70%、50%、30%自然光。收获时不同光照条件下的根系活力都略有下降,且光照越强的根系活力也越高。

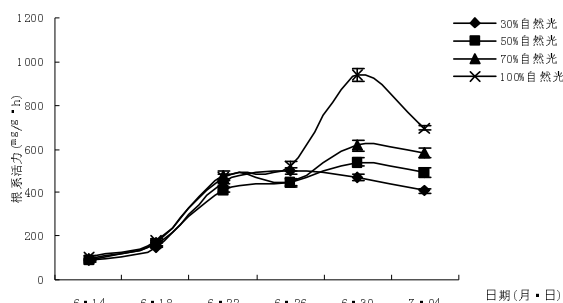


图 3 不同遮光强度对茼蒿根系活力的影响

2.4 不同遮光强度对茼蒿体内硝酸还原酶(NR)活性的影响

图 4 表明,生长前期不同光照下的 NR 活性差异不大,随着生长 NR 活性总体呈上升的趋势。100%自然光条件下 NR 活性上升幅度较大,明显高于其他 3 组;50%和 70%自然光条件下 NR 活性变化趋势相近;30%自然光条件下的 NR 活性则较弱。收获时光照越强的 NR 活性也越高。

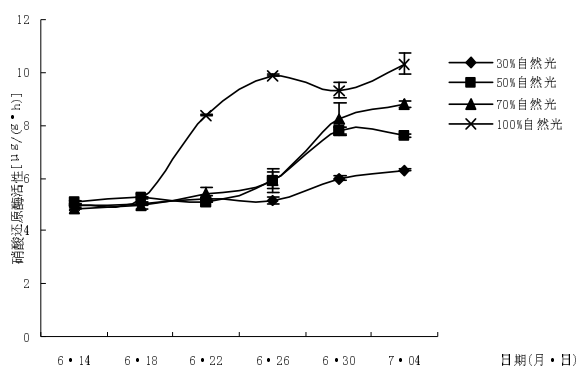


图 4 不同遮光强度对茼蒿体内 NR 活性的影响

2.5 不同遮光强度对茼蒿体内谷氨酰胺合成酶(GS)活性的影响

图 5 表明,茼蒿的 GS 活性总体呈上升 - 下降 - 上升 - 下降的趋势,70%自然光下 GS 活性一开始上升很快,明显高于其他 3 组,之后又逐渐下降。6 月 30 日不同光照条件下的 GS 活性都达到最高值。收获时 GS 活性表现为 100%自然光 > 50%自然光 > 30%自然光 > 70%自然光。

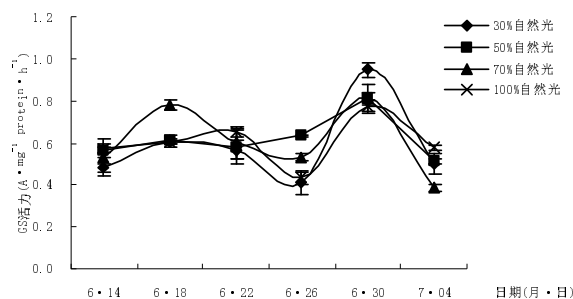


图 5 不同遮光强度对茼蒿体内 GS 活性的影响

2.6 不同遮光强度对茼蒿收获时产量的影响

表 2 表明,不同遮光强度对茼蒿收获时的产量影响不同,30%自然光处理下的茼蒿产量较低,50%和 70%自然光处理下的产量相差不大,而 100%自然光处理下的茼蒿产量较高,高于 30%自然光处理下的产量足足一倍多。从而明显看出遮光强度越高越不利于茼蒿的生长,生产时一定要注意增强作物的光照。

表 2 不同遮光强度对茼蒿收获时产量的影响

不同处理	小区产量(g)
30%自然光	4 021.8
50%自然光	7 397.4
70%自然光	7 817.4
100%自然光	11 245.2

3 讨论与结论

本试验结果表明,随着遮光强度的增加,叶绿素、根系活力和硝酸还原酶活性在降低,而硝酸盐积累则会增加。在茼蒿的生长过程中,硝酸盐积累呈先增加后降低的趋势,叶绿素、根系活力、硝酸还原酶活性随着生长一直在增加,谷氨酰胺合成酶活性呈上升 - 下降 - 上升 - 下降的趋势。随着遮光强度的增加,茼蒿体内硝酸盐积累也在增加,这与周晚来、Cantlieff D J.等的研究结论一致^[5,17]。从试验可以看出,叶绿素含量与茼蒿体内硝酸盐含量呈负相关,光照越强,叶绿素含量越高,进而促进了氮素同化,提高了硝酸还原的能力。而根系活力与茼蒿体内硝酸盐含量之间呈现出负相关性,究其原因可能是硝酸盐的累积取决于根对它的吸收和传递以及对硝态氮的同化作用,根系活力越高,根系中的代谢越旺盛,为硝酸盐的还原提供动力,从而使得硝酸盐含量降低^[18]。硝酸还原酶(NR)是植物体内硝态氮同化过程中的限速酶,在植物氮代谢中处于关键位置^[19]。茼蒿体内的 NR 活性与硝酸盐的累积程度呈负相关性,因为光能诱导

硝酸还原酶活性的表达,光合作用可提供硝酸还原的能量,提高光照强度可以提高 NR 活性,从而促使硝酸盐含量的降低^[20]。收获时茼蒿硝酸盐含量较 6 月 30 日时下降了很多,这很有可能与 6 月 30 日时其 GS 活性最大有关。谷氨酰胺合成酶(GS)作为氮代谢的关键酶,其活性的高低可反映出氮素同化能力的强弱,GS 也会参与光呼吸过程中所释放的氨的同化,GS 活性的增高促进了氮代谢从而降低了茼蒿体内硝酸盐的含量。

遮光强度影响茼蒿的硝酸盐积累,当光照强度不足时容易导致蔬菜体内硝酸盐积累过多,从而影响人体健康。因此,在生产中适当改善光照条件是关键,必要时可进行人工补光来降低蔬菜硝酸盐含量。

参考文献:

- [1] 王 安,张兰英,王 虎,等.不同氮肥用量对蔬菜硝酸盐累积的影响研究[J].水土保持研究,2010(2):252-253,258.
- [2] 李 辉,张 涛.不同叶菜类蔬菜对硝酸盐积累差异的研究[J].安徽农学通报,2008,14(13):100-102.
- [3] 熊国华,林咸永,章永松,等.环境因素对蔬菜累积硝酸盐影响的研究进展[J].土壤通报,2004(3):360-365.
- [4] 周秋月,吴沿友,许文祥,等.光强对生菜硝酸盐累积的影响[J].农机化研究,2009(1):189-192.
- [5] 周晚来,刘文科,杨其长.光对蔬菜硝酸盐累积的影响及其机理[J].华北农学报,2011(增刊):125-130.
- [6] 刘杏认,刘建玲,任建强.影响蔬菜体内硝酸盐累积的因素及调控研究[J].土壤肥料,2003(4):3-6.
- [7] 卢凤刚.氮素对韭菜生长、品质及氮代谢关键酶的影响[D].河北农业大学,2004.
- [8] 周根娣,卢善玲.磷钾肥、光照、贮藏加工对蔬菜硝酸盐含量的影响[J].上海农业学报,1991,7(2):53-56.
- [9] 何天秀,何成辉,吴德意.蔬菜中硝酸盐含量及其与 K 含量的关系[J].农业环境保护,1992,11(5):209-211.
- [10] Steingrover E, Ratering P, Siesling J. Daily changes in up-take, reduction and storage of nitrate in spinach grown at low light intensity[J]. Physiologia Plantarum, 1986(66): 550-556.
- [11] 邹 琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [12] 郝建军.植物生理学实验技术[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [13] 白宝璋,张宪政.植物生理学(第二版)[M].北京:中国科学技术出版社,1994.
- [14] 李合生.植物生理生化原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [15] 郝再彬.植物生理学实验指导[M].黑龙江:哈尔滨工业大学出版社,2004.
- [16] GB18406.1-2001.农产品安全质量无公害蔬菜安全要求[S].2001.
- [17] Cantlieff D J. Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod light duration [J]. Amer Soc Hort Sci, 1972, 97(3): 414-418.
- [18] 余 刚.菠菜侧根对硝酸盐的吸收和还原能力对地上部分硝酸盐含量的影响[D].西北农林科技大学,2009.
- [19] 张百俊,刘 弘.氮肥对尖叶菠菜硝酸盐累积的影响[J].贵州农业科学,2009(2):128-129.
- [20] 马茂亭,安志装,赵同科,等.蔬菜硝酸盐累积调控措施的研究进展[J].植物生理科学,2008(7):208-212.

(上接第 50 页)其中处理 B 含糖量提高最多,为 1%;糖产量除处理 F 减少 4.31%外,其他均有所提高,其中处理 BCDE 均接近或超过 10%,可能由于爱诺森(Enersol)有机肥与水及 NPK 存在着互作效应,所以处理 E 综合效果最好,且糖产量提高最多,为 15.33%。

3 结论与讨论

3.1 爱诺森(Enersol)有机肥,可用于甜菜生产,采用叶面喷施和灌根处理两种方式相结合,对提高甜菜产量和含糖量有良好的效果。但在 7 月初(叶面喷施)和 7 月末(灌根)单独采用大剂量集中施用,甜菜产量和含糖量提高幅度较小,而且可能降低。

3.2 爱诺森(Enersol)有机肥施用总量为 6 L/hm² 时,均能提高甜菜产量和含糖量,但 7 月初(叶面

喷施)和 7 月末(灌根)施用量均为 3 L/hm² 的效果最佳。

3.3 爱诺森(Enersol)有机肥施用总量为 18 L/hm²,要在 7 月初(叶面喷施)和 7 月末(灌根)施用量均为 9 L/hm²,且与 NPK(正常配比量)一起施用时,才能达到最佳施用效果,最大程度地提高甜菜产量和糖产量。

参考文献:

- [1] 董 莉,于凤霞,罗宏伟.有机肥料的作用[J].土壤肥料,2004(8):22.
- [2] 邹德乙.腐植酸是土壤的优质改良剂[J].腐植酸,2008(2):44-45.
- [3] 荣廷昭.田间试验与统计分析[M].北京:中国农业科技出版社,1998.