



种植密度对板蓝根醇浸出物、腺苷及大青叶中靛玉红动态积累的影响

闫相伟¹, 陈宇航¹, 郭巧生^{1*}, 田汉卿², 邓乔华², 彭云², 沈文¹, 管成忠²

(1. 南京农业大学 中药材研究所, 江苏 南京 210095;

2. 广州白云山和记黄埔中药有限公司, 广东 广州 510515)

[摘要] 目的:研究不同种植密度对板蓝根醇浸出物、腺苷及大青叶中靛玉红动态积累变化,以期为菘蓝规范化种植提供理论依据。方法:设5个种植密度处理,25 cm×5 cm(A), 25 cm×7 cm(B), 25 cm×9 cm(C), 20 cm×8 cm(D), 20 cm×10 cm(E),定期采集菘蓝样品,测定板蓝根中醇浸出物、腺苷及大青叶中靛玉红含量。结果:不同种植密度条件下,板蓝根中醇浸出物、腺苷及大青叶中靛玉红动态积累变化趋于一致;但各处理间活性成分含量并无显著差异。结论:基于产量与品质2方面考虑,安徽阜阳地区菘蓝种植密度行株距设为25 cm×7 cm较适宜。

[关键词] 菘蓝;板蓝根;大青叶;种植密度;活性成分;动态积累

菘蓝 *Isatis indigotica* Fort. 为十字花科菘蓝属二年生草本植物,以干燥根及叶入药,分别称板蓝根和大青叶,均具有清热解毒,凉血利咽之功效,为我国常用中药材^[1]。近年来,因其对抗病毒疗效显著,促使市场对原料药材及中成药制品需求量不断攀升,为缓解供需矛盾,我国各地开始引种栽培,导致菘蓝种植区域不断扩大;但据笔者实地考察后发现,各主产区栽培管理多停留于传统种植经验上,缺乏理论依据指导,致使菘蓝(板蓝根及大青叶)药材质量难以保证。

笔者认为菘蓝大田栽培要达到高产、优质之目的;除重点关注种质改良外;栽培技术的改进,田间管理模式的更新在增产保质中同样发挥着举足轻重的作用,其中合理制定种植密度则成关键技术之一。目前,有关菘蓝规范化栽培技术研究报道较少^[2-4],并未见不同种植密度对菘蓝(板蓝根及大青叶)内在品质影响的研究;为此,本文通过不同种植密度对板蓝根醇浸出物、腺苷及大青叶中靛玉红动态积累研究,为菘蓝合理种植密度的确定及其规范化栽培生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 供试材料与试验地 所用种子材料于2007年

5月采自河南方城,经南京农业大学郭巧生教授鉴定为菘蓝 *I. indigotica* 的短角果(生产上习称种子)。试验于2007年6—11月在安徽省阜阳市太和县阮桥镇板蓝根规范化种植基地进行,试验地土壤为砂质壤土,肥力中等,前茬为小麦。0~20 cm土壤农化性状:有机质1.44%,有效氮103.6 mg·kg⁻¹,有效磷12.7 mg·kg⁻¹,有效钾137.5 mg·kg⁻¹,有效硼0.37 mg·kg⁻¹。播种前按有机复合肥4.5×10³ kg·hm⁻²分小区一次性施入土壤,田间管理措施同当地大田生产一致。

1.2 试验设计 试验设5个密度处理,行、株距分别为25 cm×5 cm(A), 25 cm×7 cm(B), 25 cm×9 cm(C), 20 cm×8 cm(D), 20 cm×10 cm(E)。随机区组排列,设15个小区,3个重复,小区面积3 m×2 m=6 m²。小区间距40 cm,沟深30 cm,四周保护行宽1 m。

1.3 测定项目 试验于6月13日播种,6月20日出苗,11月6日收获。从8月25日开始至11月6日,每10 d从小区中随机选取5株,将新鲜样品分成叶片及根两部分,分别放置在65℃烘箱内烘至恒重,备用。醇溶性浸出物^[1]参照2005年版《中国药典》一部附录XA醇溶性浸出物测定法测定。腺苷与靛玉红均由广州白云山和记黄埔中药有限公司现代中药研究院负责测定。

1.4 数据分析 采用Microsoft Excel 2003与SPSS 11.5软件对数据进行方差分析与差异显著性检验

[稿件编号] 20100902006

[基金项目] 国家工业和信息化部中药材扶持资金项目(2008-27)

[通信作者] * 郭巧生, Tel: (025) 84396591, E-mail: gqs@njau.edu.cn



(LSD)。

2 结果与分析

2.1 种植密度对板蓝根中腺苷动态积累的影响

在不同种植密度下,板蓝根中腺苷动态积累总体趋于一致,均呈现“先快后慢”变化规律,见表1。即出

苗后65~76 d,板蓝根中腺苷积累量迅速增加,随后腺苷增加逐渐变缓,至收获期(即11月6日),各处理板蓝根腺苷含量均达一生中最大值,其中处理B最高,达 $0.39 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,处理D最低,为 $0.37 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$;经单因素方差分析,各处理间无显著差异。

表1 不同种植密度下板蓝根中腺苷含量动态积累($\bar{x} \pm s, n=3$)

$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$

出苗后 天数/d	处理				
	A	B	C	D	E
65	$0.24 \pm 0.01_c^a$	$0.23 \pm 0.03_e^a$	$0.23 \pm 0.02_a^a$	$0.23 \pm 0.04_f^a$	$0.23 \pm 0.01_e^a$
76	$0.30 \pm 0.06_d^a$	$0.30 \pm 0.01_d^a$	$0.29 \pm 0.05_d^a$	$0.30 \pm 0.02_e^a$	$0.29 \pm 0.04_{d,d}^{ab}$
86	$0.33 \pm 0.06_c^{ab}$	$0.34 \pm 0.07_c^a$	$0.32 \pm 0.03_b^a$	$0.33 \pm 0.03_d^{ab}$	$0.32 \pm 0.07_c^{ab}$
97	$0.35 \pm 0.01_b^{ab}$	$0.36 \pm 0.06_{bc}^a$	$0.36 \pm 0.03_b^a$	$0.34 \pm 0.02_c^a$	$0.34 \pm 0.01_{bc}^a$
107	$0.36 \pm 0.05_{ab}^{ab}$	$0.37 \pm 0.04_{ab}^a$	$0.37 \pm 0.03_{ab}^{ab}$	$0.35 \pm 0.06_{bc}^a$	$0.36 \pm 0.01_b^{ab}$
116	$0.37 \pm 0.06_a^a$	$0.38 \pm 0.05_{ab}^a$	$0.37 \pm 0.05_{ab}^{ab}$	$0.37 \pm 0.02_{ab}^{ab}$	$0.38 \pm 0.06_a^a$
126	$0.38 \pm 0.03_a^a$	$0.38 \pm 0.03_{ab}^a$	$0.38 \pm 0.07_a^a$	$0.37 \pm 0.02_a^a$	$0.38 \pm 0.04_a^a$
136	$0.38 \pm 0.02_{ab}^{ab}$	$0.39 \pm 0.03_a^a$	$0.38 \pm 0.08_{ab}^{ab}$	$0.37 \pm 0.02_{ab}^{ab}$	$0.38 \pm 0.04_{ab}^{ab}$

注:差异显著性分析取 $\alpha=0.05$ 水平,上标为横向比较,下标为纵向比较(表2,3同)。

2.2 种植密度对板蓝根中醇浸出物含量动态积累的影响

不同种植密度下板蓝根中醇浸出物动态积累均呈现“先快后慢”的变化规律,见表2。出苗后65~76 d,板蓝根中醇浸出物积累量快速增加,此后

醇浸出物增长逐渐趋于平缓,至收获期(即11月6日),各处理板蓝根醇浸出物含量均达一生中最高值,但各处理醇浸出物含量较为接近,测定值均处于27%~28%;经单因素方差分析,各处理差异不显著。

表2 不同种植密度下板蓝根中醇浸出物含量动态积累($\bar{x} \pm s, n=3$)

%

出苗后 天数/d	处理				
	A	B	C	D	E
65	$21.00 \pm 0.31_c^a$	$20.60 \pm 0.42_a^a$	$21.12 \pm 0.12_c^a$	$20.01 \pm 0.23_b^a$	$21.40 \pm 0.37_c^a$
76	$25.40 \pm 0.45_b^a$	$25.21 \pm 0.38_d^a$	$26.34 \pm 0.42_b^a$	$26.20 \pm 0.33_a^a$	$25.50 \pm 0.21_b^a$
86	$26.47 \pm 0.95_a^a$	$26.24 \pm 0.59_d^a$	$26.94 \pm 0.62_b^a$	$26.71 \pm 0.42_a^a$	$26.41 \pm 0.82_{ab}^a$
97	$26.71 \pm 0.52_a^a$	$26.56 \pm 1.31_{bc}^a$	$26.98 \pm 0.67_b^a$	$26.88 \pm 1.02_a^a$	$27.06 \pm 1.68_{ab}^{ab}$
107	$26.74 \pm 0.61_{ab}^a$	$26.66 \pm 1.02_{bc}^{ab}$	$27.00 \pm 0.84_b^a$	$27.29 \pm 1.81_a^a$	$27.47 \pm 1.38_{ab}^a$
116	$27.80 \pm 1.33_a^a$	$27.52 \pm 1.37_{abc}^a$	$28.41 \pm 0.84_a^a$	$27.40 \pm 0.68_{ab}^{ab}$	$28.01 \pm 0.54_a^a$
126	$27.61 \pm 1.44_{ab}^a$	$28.24 \pm 1.25_a^a$	$28.53 \pm 1.07_a^a$	$27.97 \pm 1.50_{ab}^{ab}$	$28.13 \pm 1.59_a^a$
136	$28.19 \pm 1.83_a^a$	$27.90 \pm 1.52_{ab}^a$	$28.38 \pm 1.61_a^a$	$28.05 \pm 1.44_a^a$	$28.20 \pm 1.68_a^a$

2.3 种植密度对大青叶中靛玉红动态积累的影响

不同种植密度下,大青叶中靛玉红积累动态均呈现“先升后降”的变化,见表3。出苗后65~76 d,大青叶中靛玉红积累较为缓慢,从出苗后76~86 d,各处理间靛玉红积累开始迅速增加;而出苗后86~107 d,不同处理间大青叶靛玉红积累速率逐渐放缓;从出苗后107~116 d,各处理间大青叶靛玉红积累量再次呈明显增加趋势,并达到一生中最大值,其中以处理E最高,达 $0.18 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,经单因素方差

分析:此期各处理间靛玉红含量无显著差异。出苗后116~126 d,各处理间大青叶中靛玉红含量开始呈快速下降趋势,至11月6日,不同处理间靛玉红质量分数基本处在 $0.10 \sim 0.11 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

3 讨论

3.1 种植密度对板蓝根醇浸出物及腺苷动态积累的影响

种植密度对板蓝根中醇浸出物及腺苷含量动态积累影响趋于相同,均呈现“先快后慢”变化规律,即出苗后65~76 d,板蓝根中醇浸出物及腺苷成



表3 不同种植密度下大青叶中靛玉红含量动态积累($\bar{x} \pm s, n=3$)

mg · g⁻¹

出苗后 天数/d	处理				
	A	B	C	D	E
65	0.07 ± 0.01 _e ^{ab}	0.09 ± 0.00 _e ^a	0.09 ± 0.00 _d ^a	0.08 ± 0.01 _c ^a	0.09 ± 0.01 _e ^a
76	0.08 ± 0.01 _e ^{ab}	0.09 ± 0.01 _e ^a	0.09 ± 0.02 _d ^a	0.09 ± 0.01 _c ^a	0.09 ± 0.00 _e ^a
86	0.11 ± 0.01 _{cd} ^a	0.12 ± 0.01 _{cd} ^a	0.13 ± 0.00 _{bc} ^a	0.13 ± 0.00 _c ^a	0.13 ± 0.01 _{cd} ^a
97	0.13 ± 0.00 _{bc} ^a	0.13 ± 0.00 _{bc} ^a	0.14 ± 0.01 _b ^a	0.14 ± 0.01 _b ^a	0.14 ± 0.00 _{bc} ^a
107	0.15 ± 0.01 _b ^a	0.14 ± 0.01 _b ^a	0.15 ± 0.00 _b ^a	0.14 ± 0.01 _b ^a	0.14 ± 0.01 _b ^a
116	0.18 ± 0.01 _a ^a	0.18 ± 0.01 _a ^a	0.18 ± 0.02 _a ^a	0.17 ± 0.01 _a ^a	0.18 ± 0.01 _a ^a
126	0.11 ± 0.00 _d ^a	0.11 ± 0.01 _d ^a	0.12 ± 0.00 _c ^a	0.12 ± 0.01 _{cd} ^a	0.12 ± 0.02 _d ^a
136	0.10 ± 0.01 _d ^a	0.11 ± 0.02 _d ^a	0.11 ± 0.01 _c ^a	0.11 ± 0.00 _d ^a	0.11 ± 0.02 _d ^a

分积累量迅速增加,随后增加逐渐变缓,至收获期(11月6日),各处理板蓝根中醇浸出物及腺苷含量均达最大值,这与陈松光等^[5]研究结果一致,即板蓝根采收期应定于10月底至11月初。经前人研究证实:不同种植密度对桔梗^[6]、甘草^[7]、黄花蒿^[8]中次生代谢产物合成具有一定影响,并认为适宜种植密度可促使地上部植株充分利用外界光照,形成较强群体光合效率^[10],不仅有利于干物质积累,同时也利于光合产物形成与转运,进而促进次生代谢产物的生物合成。但本试验研究结果表明:不同种植密度对板蓝根中醇浸出物及腺苷含量积累无显著差异;究其原因,笔者以为原因有二,其一,不同植物的不同次生代谢物的生物合成各异,这是有其遗传因素所决定;其二,可能本试验所设计的密度处理还未达到影响板蓝根中醇浸出物及腺苷含量变化的范围。因此导致各处理间板蓝根中醇浸出物及腺苷含量差异不显著。

3.2 种植密度对大青叶中靛玉红动态积累的影响

不同种植密度下,大青叶中靛玉红积累动态基本趋于一致,即呈现“先升后降”的变化;即至10月上中旬,各处理间靛玉红含量均达最高值。此前经笔者研究证实,适宜种植密度(即行株距为25 cm × 7 cm)可兼顾板蓝根及大青叶形成高产^[3],但本试验对其活性成分测定结果发现:不同种植密度并未显著影响大青叶中靛玉红含量,因此笔者认为,安徽阜阳地区外界光照条件不应视为大青叶中靛玉红生物

合成的限制因子,这与Sales E等^[10]研究结果相似。

综上所述,大田种植基于产量与品质2方面考虑,菘蓝适宜种植密度可设为行距25 cm、株距7 cm,即572 000株/hm²。

[参考文献]

- [1] 中国药典.一部[S].2005:142.
- [2] 陈宇航,闫相伟,郭巧生,等.播种期对板蓝根形态学特征、产量及质量的影响[J].中国中药杂志,2009,34(21):2709.
- [3] 陈宇航,田汉卿,郭巧生,等.种植密度对菘蓝生长动态及产量的影响[J].中国中药杂志,2008,33(22):2599.
- [4] 郭巧生,陈宇航,闫相伟,等.菘蓝不同种质生长特性及其与单株产量的相关性分析[J].中国中药杂志,2009,34(16):2034.
- [5] 陈松光,曾令杰,陈矛,等.板蓝根适宜采收期的研究[J].中成药,2005,27(4):430.
- [6] 耿慧云,王建华,蔡爱民,等.不同密度下桔梗干物质积累和桔梗皂苷D含量的动态研究[J].中国中药杂志,2009,34(1):22.
- [7] 孙志蓉,翟明普,王文全,等.密度对甘草苗生长及甘草酸含量的影响[J].中国中药杂志,2007,32(21):2222.
- [8] 王满莲,蒋运生,韦霄,等.栽培密度和施肥水平对黄花蒿生长特性和青蒿素的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(1):185.
- [9] 张艳丽,张重义,李友军,等.牛膝不同密度群体光合速率与干物质积累和品质的关系[J].西北植物学报,2008,28(4):793.
- [10] Sales E, Kanhonou R, Carlos B, et al. Sowing date, transplanting, plant density and nitrogen fertilization affect indigo production from *Isatis* species in a Mediterranean region of Spain [J]. Ind Crop Prod, 2006, 23(1):29.

[责任编辑 吕冬梅]