

海绿素对苋菜生物学特性及品质和产量的影响

王 廷 芹

(广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088)

摘 要:采用 1.20、1.70 和 2.20 mL/L 的海绿素对苋菜进行叶面喷施,研究海绿素对苋菜抗逆性及品质的影响。结果表明:适宜浓度的海绿素可促进苋菜的生长,提高叶绿素含量,氨基酸含量及其抗逆性,增加了苋菜产量,但有减低其品质的趋势。在不同的生长发育期,其作用效应有所不同。以 1.70 mL/L 的海绿素处理效果较好。

关键词:苋菜;海绿素;生长;品质;产量

中图分类号:S 647 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0146-05

苋菜(*Amaranthus mangestnus* L.)是苋科苋属 1 a 生植物,又名米苋、赤苋、雁来红等,苋菜按其颜色分红苋、绿苋和红绿杂色 3 种。其营养价值丰富,并具有较好的医用价值^[1]。我国医学认为,苋菜还是一种保健蔬菜^[2]。另外,苋菜抗病虫能力强,是一种天然的无公害绿色食品^[3]。

海绿素原材料是来自大西洋海域中的天然海藻,呈现独特的海洋绿色,含天然海藻酸大于 40 g/L,富含螯合态微量元素以及氮、磷、钾等多种养分,是目前中国唯一的采用保护性工艺生产的无公害海藻类营养剂,对作物安全无毒,可迅速植物吸收,具有促根保苗、增强抗病、改善品质、增加产量等多重作用。

在黄瓜、番茄、小麦、大豆、花生、葡萄等作物所做的试验表明,使用海藻肥可提高种子发芽率,促进根系发育和主茎的粗大,刺激根茎对土壤养分的吸收,对作物的产量、品质、保鲜以及抗病虫害方面均具有极大的作用^[4-7]。在国外,海藻肥作为苗木、花卉、果树、农作物及草坪等的肥料广泛使用,南非、英国、新西兰是生产海藻肥最为成功的国家,每年都生产上千吨的海藻液体肥^[8]。

我国对海藻肥的研究比较晚,孙盈萍等^[9]在棉花生产上试验表明,海绿素对棉花的生长发育具有促进作用,对棉花黄萎病有一定的抑制作用。该试验研究海绿素在苋菜上的应用价值,以期为苋菜生产提供一定理论基础。

作者简介:王廷芹(1977-),女,硕士,讲师,现主要从事园艺学栽培生理工作。E-mail:wtqin@163.com.

基金项目:广东省高等学校本科特色专业建设点资助项目(2010189)。

收稿日期:2012-05-23

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为湛江伟坤牌尖叶白骨苋菜。海绿素由北京新禾丰农化资料有限公司提供,主要成分为天然海藻酸。天然海藻酸 ≥ 40 g/L,富含纯天然植物源生长素、细胞分裂素、赤霉素等调节剂和海藻酸、维生素、低聚糖等植物活性因子。 $N+P_2O_5+K_2O \geq 440$ g/L; $Cu+Fe+Mn+Zn+B \geq 20$ g/L。

1.2 试验方法

试验于广东海洋大学主校区后山基地进行。2009 年 7 月 1 日播种,每个小区面积为 2 m²。采用条播方式,10 cm×10 cm 的密度进行间苗。常规管理,选择 1.20 mL/L(处理 1)、1.70 mL/L(处理 2)、2.20 mL/L(处理 3)3 种浓度的海绿素分别在 7 月 25 日(播后 25 d)、7 月 30 日(播后 30 d)、8 月 4 日(播后 35 d)对苋菜进行叶面喷施,清水作为对照(CK)。分别在 7 月 27 日(播后 27 d)、8 月 1 日(播后 32 d)、8 月 6 日(播后 37 d)、8 月 9 日(播后 40 d)取样测定指标,3 次重复。

1.3 项目测定

分别于播后 27、32、37 和 40 d 取对照和其它处理的苋菜样品 10 株,利用游标卡尺在每株苋菜的真叶上面 1 cm 处进行样品 2 个对立方向的植株茎的粗度测定。利用直尺从每株苋菜下端生根处开始到上端生长点处为止测量植株的株高。利用直尺测量每株苋菜叶片的最大长度(a)和最大宽度(b),并统计叶数(n)^[10],计算叶面积。

于播后 40 d,从各处理中各取有代表性的苋菜样品 10 株,利用电子天平称量样品的单株鲜重、地上部鲜重和地下部鲜重。烘干后称量单株干重、地上部干重和地下部干重。

播后 27、32、37 和 40 d 取功能叶,测定叶绿素含

量^[11]、可溶性蛋白含量^[12]、可溶性糖含量^[12]、维生素 C 含量^[12]、氨基酸含量^[12]、游离脯氨酸含量^[12]和丙二醛含量^[12]。

2 结果与分析

2.1 对植株茎粗的影响

由表 1 可知,播后 27 d,除处理 1 低于对照外,其它处理均高于对照,只有处理 2 与处理 1 及对照达到显著差异,其它无显著差异;播后 32 d,除处理 3 低于对照外,其它处理均高于对照,除处理 2 和处理 3 及对照存在显著性差异,其它处理与对照差异不显著;播后 37 d,各处理的茎粗均高于对照,处理间差异情况与播后 27 d 类似。播后 40 d,各处理的茎粗均高于对照,只有处理 1、处理 2 与对照达到显著性差异,处理中,只有处理 2 与处理 3 存在显著性差异。可见适宜浓度海绿素处理可增加苋菜的茎粗,并且在苋菜的不同生长发育期,其作用效应是有所不同的。

表 1 海绿素对植株茎粗的影响

处理	茎粗/mm			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	1.44b	2.01b	3.29b	3.97c
1	1.41b	2.32ab	3.34b	4.57ab
2	1.65a	2.63a	3.87a	4.79a
3	1.51ab	1.99b	3.48ab	4.17bc

注:表中英文字母表示平均数间差异达 5% 的显著水平,下同。

2.2 对植株株高的影响

由表 2 可知,播后 27 d,除处理 3 与对照的株高相同外,其它处理的株高均高于对照,除处理 2 与对照、处理 3 间存在显著性差异外,其它处理间无显著性差异;播后 32 d,各处理的株高均高于对照,处理 2 的株高最大,达到 9.40 cm,处理间差异情况与播后 27 d 类似;播后 37 d,处理的株高均大于对照,处理 2 的株高最大,达到 16.74 cm,处理间差异情况与播后 27 d 类似;播后 40 d,除处理 3 的株高低于对照外,其它处理均高于对照,只有处理 2 与对照间存在显著性差异,其它处理间无显著性差异。可见海绿素处理可增加苋菜的株高,并且在苋菜的不同生长发育期,其作用效应是有所不同的。

表 2 海绿素对植株株高的影响

处理	株高/cm			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	2.98b	5.88b	11.02b	13.18b
1	3.66ab	6.78ab	12.37ab	14.29ab
2	4.35a	9.40a	16.74a	17.17a
3	2.98b	5.90b	11.85b	13.81ab

2.3 对植株叶面积的影响

由表 3 可知,播后 27 d,各处理间无显著性差异,其中处理 3 的叶面积最大,对照次之,最小的是处理 1;播后 32 d,各处理间无显著性差异,处理 1 的叶面积最大,

对照最小;播后 37 d,各处理的叶面积均高于对照,除处理 2 与其它处理均存在显著性差异外,其它处理间无显著性差异;播后 40 d,各处理间均无显著性差异,处理 2 的叶面积最大。可见海绿素处理可增加苋菜的叶面积,以 1.70 mL/L 增大效果最好。并且在苋菜的不同生长发育期,其作用效应是有所不同的。

表 3 海绿素对植株叶面积的影响

处理	叶面积/cm ²			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	8.00a	20.70a	59.04b	113.32a
1	6.64a	29.80a	68.64b	133.74a
2	7.16a	21.95a	85.52a	145.29a
3	9.08a	21.95a	71.25ab	123.04a

2.4 对植株叶片数的影响

由表 4 可知,播后 27 d,处理 3 的叶片数最高,处理 2 次之,处理 1 和对照相同,各处理间均无显著性差异;播后 32 d,处理 2 的叶片数最高,各处理的叶片数均高于对照,处理 1、2 与对照达到显著性差异,其它处理间无显著性差异;播后 37 d,处理 2 的叶片数最高,除处理 1、处理 2 与对照间和处理 1、2 与处理 3 间存在显著性差异外,其它无显著性差异;播后 40 d,处理 2 与其它处理均达到显著性差异,处理 1 与处理 3 间存在显著性差异,其它处理间无差异。可见海绿素处理可增加苋菜的叶片数,并且在苋菜的不同生长发育期,其作用效应是有所不同的。

表 4 海绿素对植株叶片数的影响

处理	叶片数/片			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	4.30a	4.4b	5.5b	6.30bc
1	4.30a	5.0a	6.0a	6.63b
2	4.36a	5.1a	6.2a	7.03a
3	4.40a	4.9ab	5.5b	6.17c

2.5 对苋菜单株鲜重和地上部鲜重/地下部鲜重的影响

由表 5 可知,各处理的单株鲜重均高于对照,其中处理 2 的单株鲜重最重,达到 5.02 g,处理 1 次之,处理 3 与对照相差不大,只有处理 2 与对照、处理 3 间达到显著性差异,其它处理间无显著性差异,说明 1.70 mL/L 浓度的海绿素增产效果最好。地上部鲜重/地下部鲜重的值只有处理 2 高于对照,处理 2 的地上部鲜重/地下部鲜重的值最大,达到 10.90。处理 2 与其它处理、对照之间均达到了显著性差异,而其它处理间均不存在显著性差异。说明过高或过低的浓度都会降低地上部鲜重/地下部鲜重的比值。

表 5 海绿素对植株鲜重的影响

处理	单株鲜重/g		地上部鲜重/地下部鲜重
	地上部鲜重	地下部鲜重	
CK	3.60b	8.43b	
1	3.97ab	7.95b	
2	5.02a	10.90a	
3	3.66b	7.97b	

2.6 对叶片叶绿素含量的影响

由表 6 可知,播后 27 d,各处理的叶片叶绿素含量均高于对照;除处理 1、2 与对照达到显著性差异外,其它处理间无显著性差异;播后 32 d,只有处理 3 的叶绿素含量低于对照,处理 2 与对照、处理 3 间达到显著性差异,其它处理间无显著性差异;播后 37 d,只有处理 3 的叶绿素含量低于对照,处理 2 与其它处理间均达到显著性差异,其它处理间无显著性差异;播后 40 d,只有处理 3 的叶绿素含量低于对照,除处理 1、2 与对照间和处理 1、2 与处理 3 间存在显著性差异外,其它处理间无差异。可见,适宜浓度海绿素可提高叶片叶绿素的含量,过高的浓度反而降低了叶片叶绿素的含量,在苋菜的不同生长发育期,其作用效应也是有所不同的。

表 6 海绿素对苋菜叶片叶绿素含量的影响

处理	叶绿素/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	679.37b	797.90b	786.94b	690.01b
1	789.89a	846.98ab	796.83b	749.10a
2	808.00a	904.35a	906.79a	788.166a
3	722.00ab	773.25b	780.41b	660.32b

2.7 对苋菜叶片脯氨酸含量的影响

由图 1 可知,在苋菜生长发育过程中,3 个浓度海绿素处理和对照的叶片脯氨酸含量变化趋势基本一致,脯氨酸含量先下降再逐渐上升,上升到一定高度后又下降。

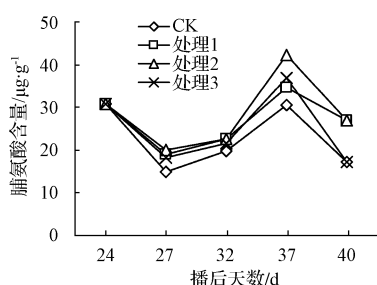


图 1 苋菜生长过程中脯氨酸含量的变化

由表 7 可知,播后 27 d,各处理的脯氨酸含量均高于对照,处理 2 的含量最大,达 $19.92 \mu\text{g}/\text{g}$,只有处理 2 与对照达到显著性差异,其它处理间均无显著性差异;播后 32 d,各处理的脯氨酸含量均高于对照,处理 1 的含量最大,达 $22.55 \mu\text{g}/\text{g}$,除处理 1、2 与对照存在显著性差异外,其它处理间无差异;播后 37 d,各处理的脯氨酸含量均高于对照,处理 2 的含量最大,达到 $42.42 \mu\text{g}/\text{g}$,只有处理 2 与对照达到显著性差异,其它处理间均未达到显著性差异;播后 40 d,只有处理 3 的脯氨酸含量低于对照,除处理 2 与对照、处理 3 存在显著性差异外,其它处理间均无显著性差异。可见,海绿素处理可提高脯氨酸的含量,1.70 mL/L 海绿素效果最好,不同浓度处理在不同生育期,其作用效应有所不同。

表 7 海绿素对苋菜叶片脯氨酸含量的影响

处理	脯氨酸含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	14.97b	19.79b	30.60b	17.23b
1	19.05ab	22.55a	34.71ab	21.89ab
2	19.92a	22.52a	42.42a	26.95a
3	18.18ab	21.57ab	36.88ab	17.08b

2.8 对苋菜叶片丙二醛含量的影响

由图 2 可知,在苋菜的生长过程中丙二醛的变化趋势是先上升,后缓慢下降,再急剧下降,最后基本保持不变。

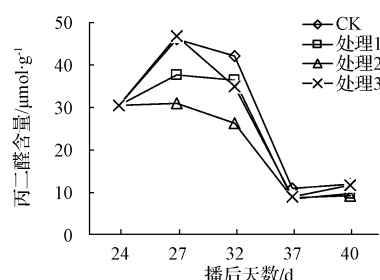


图 2 苋菜生长过程中丙二醛含量的变化

由表 8 可知,播后 27 d,只有处理 2 的丙二醛含量高于对照,处理 2、对照与处理 1、3 达到显著性差异;播后 32 d,各处理的丙二醛含量均低于对照,除处理 1 与对照、处理 1 与处理 3 不存在显著性外,其它处理间均存在显著性差异;播后 37 d,各处理的丙二醛含量均低于对照,各处理与对照均达到显著性差异,处理间均无显著性差异;播后 40 d,除处理 1、2 与对照间和处理 1、2 与处理 3 间存在显著性差异外,其它处理间无显著性差异。可见,海绿素处理可以降低苋菜丙二醛含量,不同浓度处理在不同生育期,其作用效应有所不同。

表 8 海绿素对苋菜丙二醛含量的影响

处理	丙二醛含量/ $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$			
	播后 27 d	播后 32 d	播后 37 d	播后 40 d
CK	45.93a	42.07a	10.78a	11.93a
1	37.58b	36.27ab	8.37b	9.77b
2	46.77a	26.22c	8.77b	9.18b
3	31.03b	34.99b	8.95b	11.67a

2.9 对苋菜品质的影响

由表 9 可知,只有处理 3 的可溶性总糖含量低于对照,除处理 2 与对照、处理 3 达到显著性差异外,其它处理间均无显著性差异,说明中、低浓度的海绿素有利于提高苋菜的可溶性总糖含量,处理 2 的效果最好。各处理的维生素 C 含量均低于对照,除处理 3 与对照未达到显著性差异外,其它处理与对照均存在显著性差异,说明海绿素处理会降低维生素 C 的含量。只有处理 3 的可溶性蛋白含量低于对照,除处理 2 与对照、处理 3 存在显著性差异外,其它处理间无显著性差异,说明中、低浓度海绿素有利于提高可溶性蛋白的含量。只有处理 3 的

氨基酸含量低于对照,处理 2 与处理 3、对照存在显著性差异,处理 1 与处理 3 达到显著性差异,说明中、低浓度海绿素有利于提高叶片的氨基酸含量,高浓度海绿素会降低叶片氨基酸的含量。各处理的干物质含量均低于对照,处理 2 的干物质含量最低,只有 9.75%。其次是处理 1,处理 3 与对照相同,且各处理间都没有达到显著性差异,说明海绿素处理会降低干物质含量。

表 9 不同海绿素浓度对苋菜品质的影响

处理	可溶性总糖含量 /mg·g ⁻¹	维生素 C 含量 /mg·(100g) ⁻¹	可溶性蛋白含量 /mg·g ⁻¹	氨基酸含量 /mg·g ⁻¹	干物质含量 /%
CK	5.81b	70.58a	2.02b	1.04bc	10.62a
1	6.99ab	46.45c	2.15ab	1.18ab	10.57a
2	7.95a	57.64bc	2.35a	1.31a	9.75a
3	5.60b	62.55ab	2.00b	0.88c	10.62a

2.10 对苋菜产量和经济系数的影响

由表 10 可知,各处理的地上部鲜重均高于对照,只有处理 2 与对照达到显著性差异;处理间均未达到显著性差异。处理中,以处理 2 的地上部鲜重最重,达 4.56 g。各处理的经济系数都比对照高,只有处理 2 与对照、处理 3 间达到显著性差异,其它处理间无显著性差异。可见,海绿素处理可提高苋菜的地上部鲜重及经济系数,从而提高苋菜的产量。

表 10 海绿素对苋菜叶片地上部鲜重及经济系数的影响

处理	CK	1	2	3
地上部鲜重/g	3.22b	3.72ab	4.56a	3.67ab
经济系数	0.87b	0.92ab	0.95a	0.89b

3 讨论

海绿素中是含海藻酸水溶性肥料,海藻酸水溶性肥料是一种新型的叶面肥料。配方中添加生物源植物助剂,可迅速被植物叶、茎、枝、果吸收利用,使用效果明显^[13]。喷施海藻肥可增加番茄植株的株高,提高番茄植株的根冠比^[14],施用海藻酸肥料的大豆比正常施肥有效分枝数增加,增加了百粒重^[15]。在苋菜生长的不同时期喷施海绿素,可以促进苋菜的生长发育。该试验中,苋菜的过程中,生长初期,各处理的株高,茎粗,叶面积都与对照没有很大的差异性。播后 32 d,1.70 mL/L 海绿素处理的植株株高、茎粗大于对照,其它处理间相差不大。生长后期,海绿素处理的株高、茎粗均比对照高,以 1.70 mL/L 海绿素处理效果最好,其次是 1.20 mL/L,最差的是 2.20 mL/L。说明,中等浓度的海绿素最能促进苋菜的生长发育,高浓度处理促进效果最差。海绿素的药效发挥慢,但发挥时间长。此研究结果与其它研究者在大豆^[16]、苹果^[16]、桃^[17]、番茄^[18]、棉花^[9]上的报道一致。

叶绿素含量是表征植物光合作用强弱的重要参数,叶绿素含量的下降是叶片衰老最明显的表现^[19]。海绿

素可以提高棉花^[9]和番茄^[20]叶片的叶绿素含量。该试验中,苋菜生长初期,低、中、高浓度海绿素肥处理均有增加叶绿素含量的作用,中、低浓度的处理效果比高浓度好,生长中期,高浓度处理的叶片叶绿素含量比对照少,生长后期,低浓度处理的叶片叶绿素含量下降的速度很快。说明,适宜浓度的海绿素肥处理具有增加叶绿素含量和稳定叶绿素的效应,高浓度海绿素的增加效果不明显,低浓度的海绿素发挥时间快,但后劲较差。可见,适宜浓度的海绿素处理能够提高苋菜的叶绿素含量,从而提高植物的光合性能,促进植株生长。

海绿素能增强植株的抗逆性,它通过强化作物自身营养,调节植株生理进程,有效提高作物对干旱、寒冷、高温、盐碱等逆境的适应能力^[21]。该试验中,在苋菜的生长过程,各处理的苋菜的丙二醛含量均低于对照,播后 27 d,2.20 mL/L 浓度海绿素处理的苋菜的丙二醛(MDA)上升的最缓慢,播后 32 d,中、低浓度处理和对照的丙二醛含量呈下降趋势,但是高浓度处理还是成缓慢上升的趋势,说明高浓度海绿素处理的发挥作用的时间比较晚且效果最好。由于海藻液肥中的甜菜碱等活性物质的存在而诱导了脯氨酸含量的提高,对番茄的抗逆性具有重要的意义^[22]。在苋菜生长过程中,除了播后 40 d,除高浓度处理的脯氨酸含量与对照无显著差异外,其它处理的苋菜的脯氨酸含量基本都高于对照。在生长前期,各处理对脯氨酸含量的影响相差不大,播后 37 d,1.70 mL/L 浓度海绿素处理增加脯氨酸的含量效果最好。说明,适宜海绿素处理有助于提高苋菜的脯氨酸含量,提高其抗逆性。

可溶性总糖、蛋白质、氨基酸及维生素 C 的含量是蔬菜重要的品质指标。蛋白质是一切生命的物质基础,蛋白质是构成各类细胞原生质的主要物质,核蛋白及其相应的核酸是遗传的物质基础。蔬菜里含有可溶性总糖,它是对人体健康非常有益的营养物质。植物体内碳素营养状况以及农产品的品质性状,常以可溶性总糖含量作为重要指标^[23]。氨基酸是一种重要的生命物质,是组成蛋白质的基本单位,也是蛋白质的分解产物,由于参与机体正常代谢和许多生理机能而受到重视。

郑怀训等^[24]研究表明,海藻肥料可以提高番茄蔗糖、还原糖和维生素 C 含量,但经海绿素处理的苋菜的维生素 C 含量是下降的,这一结果有待进一步研究。该试验中,中等浓度海绿素处理的叶片的可溶性总糖和可溶性蛋白含量最大,其次是低浓度海绿素处理,但是高浓度海绿素处理的可溶性总糖和可溶性蛋白含量低于对照,说明中、低浓度海绿素有助于提高可溶性总糖和可溶性蛋白的含量,而高浓度海绿素处理不利于可溶性总糖和可溶性蛋白的积累。但是所有的海绿素处理的维生素 C 含量均低于对照,并且随着海绿素浓度的增

加,维生素 C 的含量也随着增加,说明海藻素处理会降低苋菜维生素 C 的含量。

在番茄^[17]、大白菜^[25]、荷兰彩椒^[26]上的试验都表明,海藻肥料有明显的增产效果。该试验中,低、中、高浓度海藻素肥处理均有增产的作用,以中等浓度海藻素处理的苋菜的整株鲜重、地上部鲜重、经济系数都是最大的,高、低浓度海藻素处理的整株鲜重、地上部鲜重、经济系数相差不大。但是,中等浓度的海藻素处理的干物质含量是最小的,其它 2 个处理与对照相差不大。说明中等浓度的海藻素处理的苋菜存在高产低质的趋势。

随着栽培技术的不断进步,蔬菜的生长期已越来越短,而随着环境污染的加剧,蔬菜的病虫害也越来越重,绝大部分蔬菜需要连续多次放药后才能成熟上市。绿色蔬菜作为未来的发展趋势,我们需要做的是既要促进蔬菜产量品质的提高,又要减轻蔬菜的农药残留问题。解决这一问题的一种有效而又快速的方法是施用降农药残留促作物生长的叶面肥。海藻素是目前采用保护性工艺生产的无公害海藻类营养剂,有效提高作物抗逆性能,对药害有明显的缓解作用,改善作物品质、增加产量^[21]。

参考文献

- [1] Dong L, Lurie S, Zhou H W. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums [J]. Postharvest Biology and Technology, 2002(24):135-145.
- [2] 高原. 苋菜的食用价值[J]. 四川烹饪, 1994(3):43.
- [3] 韩晓第, 李岚萍. 野生蔬菜苋菜及其栽培利用[J]. 特种经济动植物, 2004(10):35.
- [4] 李书琴, 王孝举. 海藻肥液体肥的研究[J]. 海洋科学, 1995(3):4-6.
- [5] Blunden G. Enhanced leaf chlorophyll levels in plant treated with seaweed extract [J]. J Appl Phycol, 1997, 8(6):535-543.
- [6] Crouch I J, Van Staten J. Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plant [J]. J Appl Phycol, 1992, 4(1):291-296.
- [7] Nelson W R. The effect of seaweed concentrate on wheat culms [J]. J Plant Physiol, 1984, 415:433-437.
- [8] 范晓. 海藻加工利用研究进展[J]. 海洋科学, 1995(4):12-15.
- [9] 孙盈萍, 罗巨海, 宋月华. 海藻素在棉花生产上的应用探讨[J]. 农业科技, 2008(12):17-18.
- [10] 刘魁英, 王有年. 园艺植物试验设计与分析[M]. 北京:中国科学技术出版社, 1999:118-122.
- [11] 明华, 胡春胜, 程一松, 等. 浸提法测定玉米叶绿素含量的改进[J]. 玉米科学, 2007, 15(4):93-95.
- [12] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2002:54-55.
- [13] 汪建文. 来自大西洋海域中的天然海藻—海藻素[J]. 湖北植保, 2010(2):11.
- [14] 王强, 石伟勇. 海藻肥对番茄生长的影响及其机理研究[J]. 浙江农业科学, 2003(2):67.
- [15] 郑树生, 吴金花, 焦峰, 等. 海藻酸肥料在大豆上应用效果初探[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2005, 17(3):26-28.
- [16] Drake S R, Fellman J K, Nekson J W. Postharvest use of sucrose polyester for extending the shelf life of stored 'Golden Delicious' apple[J]. J Food Sci, 1987, 52:1283-1285.
- [17] Du J M, Gemma H, Iwahori S. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit[J]. Journal of Japanese Society Horticultural Science, 1997, 66(1):15-22.
- [18] 江海, 路娟, 郑毅. 番茄施用含海藻酸水溶肥料的研究[J]. 河北农业科学, 2008, 12(6):52-53.
- [19] 张春兰, 高祖明, 张耀栋. 氮素形态和 NO₃-N 与 NH₄ 气 N 配比对菠菜生长和品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 1990, 13(3):70-74.
- [20] 王强, 石伟勇. 海藻肥对番茄生长的影响及其机理研究[J]. 浙江农业科学, 2003(2):67.
- [21] 张士功, 高吉寅, 宋景芝, 等. 甜菜碱对小麦幼苗生长过程中盐害的缓解作用[J]. 北京农业科学, 1998, 16(3):13-18.
- [22] 高瑞杰, 宋国通. 新型海藻酸肥料肥效试验[J]. 山东农业科学, 2004, 9(3):62, 66.
- [23] 胡克玲. 不同水分条件下不同形态氮素比例对苋菜产量与硝酸盐含量的影响[D]. 合肥:安徽农业大学, 2007.
- [24] 郑怀训, 许贵民, 关爱年, 等. 海藻肥料对番茄产量及品质的影响[J]. 吉林农业大学学报, 1994(12):124-127.
- [25] 孙兆法, 宋朝玉, 张淑霞. 海藻提取物对春大白菜产量的影响[J]. 山东农业科学, 2009(5):77-78.
- [26] 干春娟, 杨决平. 5%海藻酸溶液在荷兰彩椒上使用效果[J]. 上海农业科技, 2003(4):101.

The Effects of Seaweed Fertilizer on Biological Characteristics, Quality and Yield of *Amaranthus mangestnus* L.

WANG Ting-qin

(College of Agriculture, Guangdong Ocean University, Zhanjiang, Guangdong 524088)

Abstract: The effects of Bio-20 seaweed fertilizer on *Amaranthus mangostanus* L. by spraying 1. 20, 1. 70 and 2. 20 mL/L were studied. The results showed that appropriate concentration of Bio-20 seaweed fertilizer could enhance the growth, improve the content of chlorophyll and aminophenol, increase production and improve stress resistance of amaranth. But the quality had a trend of decrease. However, the effect was different during different growth and development stage. Treatment of 1. 70 mL/L Bio-20 seaweed fertilizer had the best effect.

Key words: *Amaranthus mangostanus* L.; Bio-20 seaweed fertilizer; growth; quality; production