

生物有机肥对大棚西瓜生长特性及品质的影响

张凤英¹, 杜芝芝², 和加卫³, 杨丽云³

(1. 云南农业大学 热带作物学院, 云南 昆明 665000; 2. 中国科学院 昆明植物研究所, 云南 昆明 650201;

3. 云南省农业科学院 高山经济植物研究所, 云南 丽江 674100)

摘要:以“京欣2号”大棚西瓜为试材,研究了生物有机肥对大棚西瓜生长特性及品质的影响。结果表明:从幼苗期到膨瓜期,生物有机肥(BOF)和对照(CK)处理下西瓜株高、茎粗、主根长随生长期呈逐渐增加趋势,而叶面积指数在膨瓜期有所降低,不同时期 BOF 西瓜株高、茎粗、主根长叶面积指数均高于对照;BOF 和 CK 处理下叶绿素 a 和叶绿素 b 含量均随生长期增加呈先增加后降低趋势,可溶性糖和可溶性蛋白质含量表现为逐渐增加趋势,不同时期 BOF 处理下西瓜叶片叶绿素 a、叶绿素 b、可溶性糖和可溶性蛋白质含量均高于对照;生物有机肥增加了大棚西瓜根区土壤养分,BOF 处理下西瓜根区土壤有机碳、全氮和全钾含量均显著高于 CK($P<0.05$),其中,以有机碳的增加幅度最大(73.67%),对全磷的影响不显著($P>0.05$);生物有机肥显著增加了大棚西瓜的单瓜质量和产量($P<0.05$),并且增加了西瓜果实中维生素 C、可溶性蛋白质、可溶性总糖、总酸度、总黄酮、中心糖、边糖含量和含水量,以可溶性糖的增加幅度最大。综合比较来看,生物有机肥可有效促进西瓜营养代谢协调均衡,还可以提高糖分含量,改善西瓜品质,确保西瓜的高产优质。

关键词:生物有机肥;大棚西瓜;生长特性;品质

中图分类号:S 651.606⁺.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)14-0051-07

西瓜(*Citrullus lanatus*)作为重要的经济作物,在中国主产区的播种总面积达 181.25 万 hm^2 ,其产值已占蔬菜产业总产值的 10% 以上^[1-3]。大棚西瓜因上市早、经济效益高、口感佳,成为深受广大消费者喜爱的水果,并得到了快速发展^[4-5]。近年来,随着社会经济的快速发展和农业栽培技术的不断提高,利用生物有机肥栽培生产优质无公害、无污染的农产品,日益受到重视并逐步发展起来^[6-7]。目前生产中存在重视施用化肥,轻视施用有机肥的情况,长期施用化肥易引起土壤物理、化学和生物学性状的改变,造成土壤肥力减退,土壤板结^[8-9]。生物有机肥营养全面,除了养分供应全面外,还可明显改善土壤团粒结构,提升土壤肥力,改善植株生长状况,提高植株抗性,达到产、效双增的目的^[10-12]。目前已有大量关于露地栽培西瓜的施肥研究,但生物有机肥对大

棚西瓜生长特性、产量及品质尚鲜见报道。鉴于此,该研究采用田间小区作物栽培试验,研究了生物有机肥对大棚西瓜生长特性、产量及品质的影响,以期对西瓜优质丰产及综合管理提供可借鉴的技术与方法。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于云南农业大学热带作物学院野外试验大棚,试验区面积约为 10 m×10 m。该区属于南亚热带高原季风型气候,四季不明显但干湿季分明,热量丰富,年气温高,雨热同期,降水充沛,年均气温 18.9℃,极端最高气温 41.3℃,极端最低气温 -6.3℃,有效积温 5 900~6 200℃,年均降雨量 1 800~2 000 mm,主要集中在 7—10 月,年蒸发量 1 800 mm 以上,日照丰富,全年日照时数 1 900 h 以上,无霜期 285 d,土壤大部分是酸性红壤,立地条件良好。0~20 cm 土层土壤有机质含量为 3.56 g·kg⁻¹,全氮含量为 0.92 g·kg⁻¹,碱解氮含量为 12.48 mg·kg⁻¹,全磷含量为 0.43 g·kg⁻¹,有效磷含量为 23.78 mg·kg⁻¹,全钾含量为 4.23 g·kg⁻¹,速效钾含量为 15.64 mg·kg⁻¹。

1.2 试验材料

供试西瓜品种为“京欣2号”(2001 年通过北京市农

第一作者简介:张凤英(1971-),女,云南昆明人,本科,讲师,现主要从事植物学及生长教学与研究等工作。E-mail:ZHANGfy1971@126.com.

责任作者:杜芝芝(1974-),女,博士,副研究员,现主要从事芳香与药用植物及香料化学和植物生理学等研究工作。E-mail:Zhizhi_du74@126.com.

收稿日期:2016-02-14

作物品种审定委员会审定,2002 年通过全国农作物品种审定委员会审定,京审瓜 2001002,国审菜 2002047),千粒质量(2.73 ± 0.42) g,种子纯度 98%以上,发芽率 95%以上,待大棚西瓜种子安全贮存半年度过休眠期,挑选籽粒饱满、无病虫害、大小均匀、色泽一致的种子,75%乙醇消毒 20~30 min,蒸馏水反复冲洗 4 ℃保存以备。

1.3 试验方法

采用完全随机设计,设 2 个处理,生物有机肥(BOF,含水量 56.38%,有机质 24.79%,全氮 0.97%,全磷 0.76%,全钾 2.03%,整地前均匀撒施 $0.5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$)和无生物有机肥为对照(CK),每处理 5 次重复,共计 10 个小区,每个小区面积为 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$,为消除小区之间水肥相互影响,不同小区之间用厚塑料布埋入 1 m 深土层,进行隔离处理。采取沟垄覆膜种植模式,种植垄宽 100 cm,高 15 cm,每小区 3 垄,垄间距 100 cm,株距 40 cm。2 月初育苗,2 叶 1 心时定植,缓苗 1 周,3 蔓整枝,开花期人工授粉,其它管理措施按当地农民习惯。试验期间采取同样的管理措施(大田管理措施),分别在播种后、苗期、初花期灌水 3 次,保证灌水量相等,自然条件生长,试验期间不追肥,定期除草,最大程度上保证其长势一致。西瓜的生长发育期分幼苗期、伸蔓期、开花期、膨瓜期。

1.4 项目测定

1.4.1 西瓜植株生长及生理指标的测定 在西瓜不同生长期选取 5 株形状完好、长势均一的植株,卷尺和游标卡尺测量株高、茎粗和主根长(精确到 0.01 cm),扫描仪测定植株叶面积指数。取不同生长期大棚西瓜幼苗叶片,混合液浸提法测定叶绿素含量(CCM-200 叶绿素仪);考马斯亮蓝-G250 染色法测定可溶性蛋白质含量;蒽酮比色法测定可溶性糖含量^[13-14]。

1.4.2 西瓜根区土壤养分的测定 采集西瓜根区土壤,重复 3 次,四分法取 0~20 cm 土壤混合样品,自然风干(20 d)去除有机碎片后,研磨,过 0.5 mm 筛用于土壤养分测定;有机质采用重铬酸钾氧化-外加热法测定;全磷采用 NaOH 碱溶-钼锑抗比色法测定;全氮采用半微量凯氏定氮法测定;全钾采用火焰光度计法^[15]。

1.4.3 西瓜果实品质的测定 果实含水量采用常压加热干燥法测定;维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法;总黄酮含量采用 NaNO_2 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 分光光度法测定;可溶性总糖含量采用蒽酮比色法测定;可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝-G250 染色法测定;总酸度采用 NaOH 滴定法测定;中心糖和边糖含量采用阿贝折射仪测定。品质指标的测定参照高俊凤的方法^[16]。

1.5 数据分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 15.0 软件对试验数据进行统计和分析,单因素方差分析(One-way ANOVA),LSD

多重比较法检验各处理间差异显著(置信水平设置为 95%, $P < 0.05$),采用 Origin 8.2 软件制图。

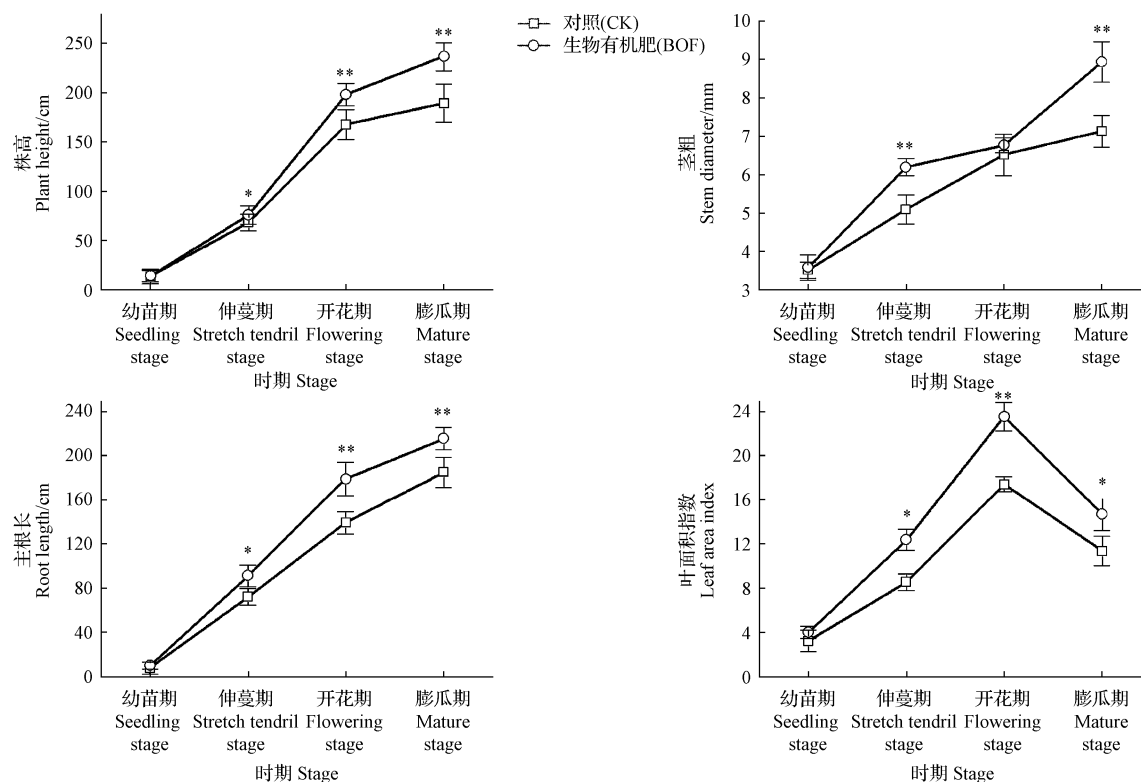
2 结果与分析

2.1 生物有机肥对大棚西瓜生长特性的影响

由图 1 可知,从幼苗期到膨瓜期,生物有机肥(BOF)和对照(CK)处理下西瓜株高、茎粗、主根长和叶面积指数处于快速增长。在此期间,幼苗期 BOF 西瓜株高、茎粗、主根长和叶面积指数与对照没有显著差异($P < 0.05$),不同时期 BOF 西瓜株高、茎粗、主根长和叶面积指数大体上高于对照,并且二者之间的差距逐渐增大;BOF 和 CK 西瓜株高的变化范围分别为 14.15~237.12、13.65~189.32 cm,BOF 和 CK 西瓜茎粗的变化范围分别为 3.59~8.95、3.52~7.14 mm,BOF 和 CK 西瓜主根长的变化范围分别为 10.34~512.96、8.15~185.45 cm,BOF 和 CK 西瓜叶面积指数的变化范围分别为 4.03~23.57、3.25~17.43;与对照相比,从幼苗期到膨瓜期,BOF 西瓜株高分别高出 3.66%、10.90%、18.13%和 25.25%,茎粗分别高出 1.99%、21.53%、3.83%和 25.35%,主根长分别高出 26.87%、26.25%、28.50%和 16.45%,叶面积指数分别高出 24.00%、44.57%、35.23%和 29.00%;其中,开花期和膨瓜期 BOF 西瓜株高和主根长极显著高于 CK($P < 0.01$),伸蔓期 BOF 西瓜株高和主根长显著高于 CK($P < 0.05$);伸蔓期和膨瓜期 BOF 西瓜茎粗极显著高于 CK($P < 0.01$)。

2.2 生物有机肥对大棚西瓜叶片生理特性的影响

由图 2 可知,从幼苗期到膨瓜期,生物有机肥(BOF)和对照(CK)处理下西瓜叶片叶绿素 a 和叶绿素 b、可溶性糖和可溶性蛋白质含量均处于快速增加趋势,BOF 和 CK 叶绿素 a 和叶绿素 b 含量随西瓜的生育期均表现为先增加后降低趋势,BOF 和 CK 可溶性糖和可溶性蛋白质含量随西瓜的生育期表现为逐渐增加趋势,不同时期 BOF 西瓜叶片叶绿素 a 和叶绿素 b 含量、可溶性糖和可溶性蛋白质含量大体上高于对照;BOF 和 CK 西瓜叶片叶绿素 a 含量的变化范围分别为 0.98~3.54、1.05~2.89 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,BOF 和 CK 西瓜叶片叶绿素 b 含量的变化范围分别为 0.62~2.98、0.56~2.05 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,BOF 和 CK 西瓜叶片可溶性糖含量的变化范围分别为 0.19%~0.47%、0.15%~0.39%,BOF 和 CK 西瓜叶片可溶性蛋白质含量的变化范围分别为 105.2~184.2、98.4~156.7 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$;与对照相比,从幼苗期到膨瓜期,BOF 西瓜叶片叶绿素 a 含量分别高出 6.67%、35.02%、22.49%和 28.81%,叶绿素 b 含量分别高出 21.43%、13.44%、45.37%和 36.99%,可溶性糖含量分别高出 26.67%、6.90%、8.57%和 20.51%,可溶性蛋白质含量分别高出 6.91%、13.39%、-2.38%和 17.55%;其中,伸



注: *, ** 分别表示与对照在 0.05 和 0.01 水平上差异显著。下同。

Note: *, ** indicated significant difference with check at level of 0.05, 0.01, respectively. The same below.

图 1 生物有机肥对大棚西瓜生长特性的影响

Fig. 1 Effect of bio-organic fertilizer on growth characteristics of watermelon

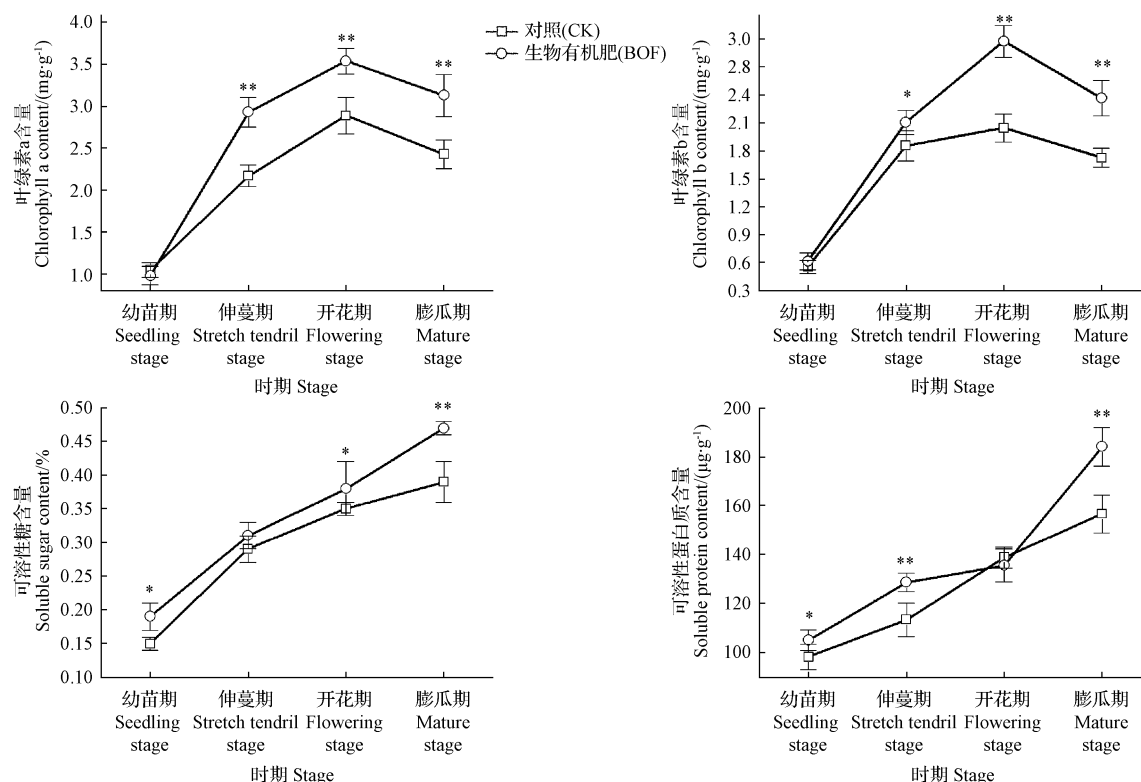
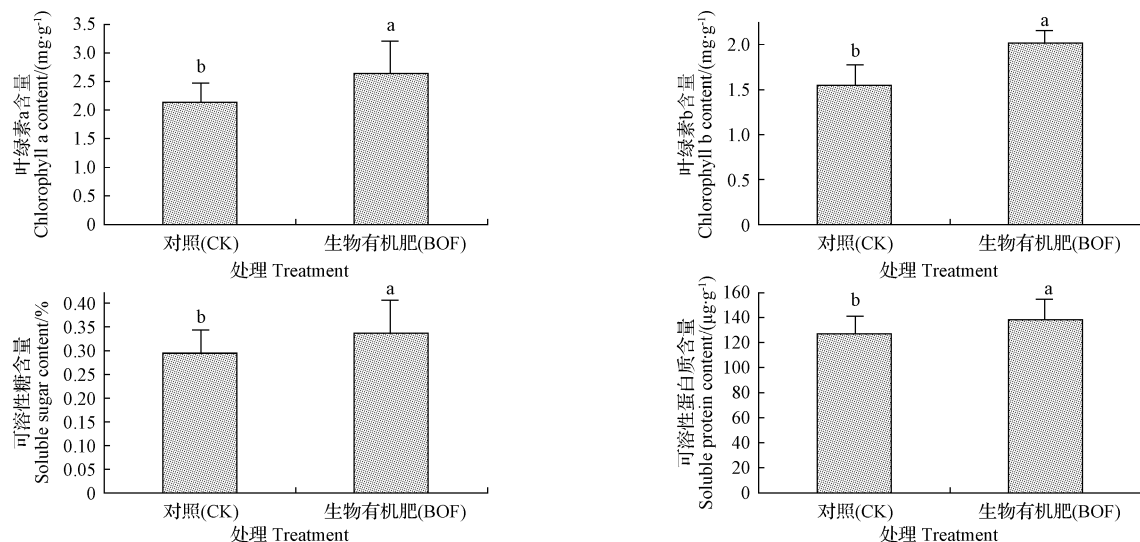


图 2 生物有机肥对不同时期大棚西瓜叶片生理特性的影响

Fig. 2 Effect of bio-organic fertilizer on plant leaves physiological property of watermelon in different growth period

蔓期、开花期和膨瓜期 BOF 西瓜叶片叶绿素 a 含量极显著高于 CK ($P < 0.01$); 开花期和膨瓜期 BOF 西瓜叶片叶绿素 b 含量极显著高于 CK ($P < 0.01$), 伸蔓期 BOF 显著高于 CK ($P < 0.05$); 膨瓜期西瓜叶片可溶性糖含量极显著高于 CK ($P < 0.01$), 幼苗期和开花期西瓜叶片可溶性糖含量显著高于 CK ($P < 0.05$); 伸蔓期和膨瓜期西瓜叶片可溶性蛋白质含量极显著高于 CK ($P < 0.01$), 幼苗期显著高于 CK ($P < 0.05$)。



注: 相同字母表示在 0.05 水平差异不显著。下同。

Note: The same small letter showed no significant difference at 0.05 level. The same below.

图 3 生物有机肥对大棚西瓜叶片生理特性的影响

Fig. 3 Effect of bio-organic fertilizer on plant leaves physiological property of watermelon

2.3 生物有机肥对大棚西瓜根区土壤养分的影响

由图 4 可知, 生物有机肥对大棚西瓜根区土壤养分的影响较为显著, 生物有机肥增加了大棚西瓜根区土壤养分, BOF 处理下西瓜根区土壤有机碳、全氮和全钾含量均显著高于 CK ($P < 0.05$), 全磷含量虽高于

CK, 但二者差异不显著 ($P > 0.05$); 与 CK 相比, BOF 西瓜根区土壤有机碳含量增加了 73.67%, 全氮含量增加了 40.82%, 全磷含量增加了 7.46%, 全钾含量增加了 23.26%, 其中, 以有机碳的增加幅度最大。

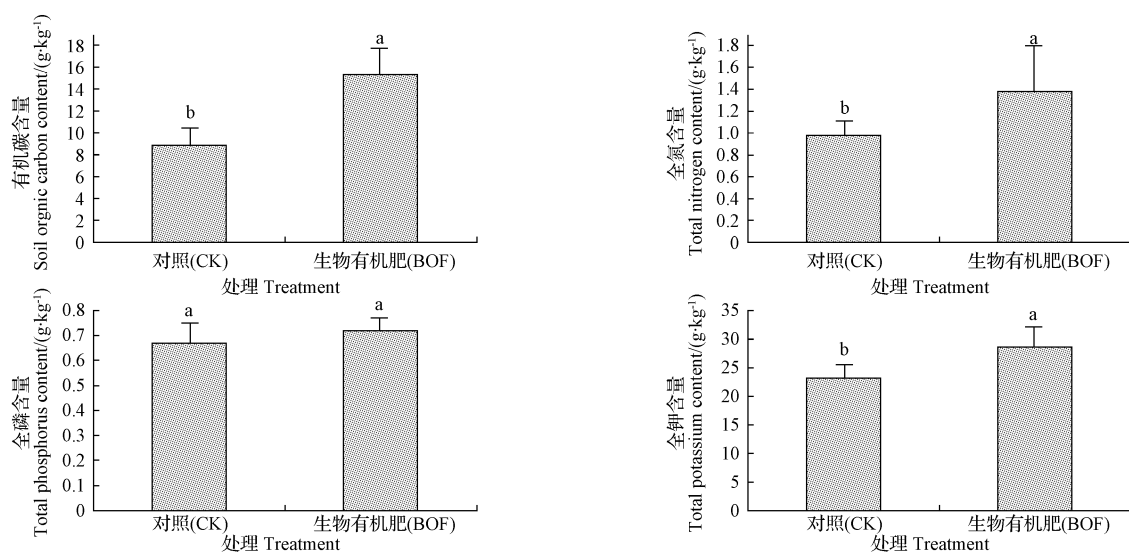


图 4 生物有机肥对大棚西瓜根区土壤养分的影响

Fig. 4 Effect of bio-organic fertilizer on watermelon root zone soil nutrients

2.4 生物有机肥对大棚西瓜产量的影响

由图 5 可知,生物有机肥对大棚西瓜产量的影响较为显著,生物有机肥显著增加了大棚西瓜的单瓜质量和产量($P<0.05$),与 CK 相比,BOF 西瓜单瓜质量增加了 22.34%,产量增加了 39.84%。

2.5 生物有机肥对大棚西瓜果实品质的影响

由表 1 可知,生物有机肥对大棚西瓜品质的影响较为显著,生物有机肥增加了大棚西瓜品质,BOF 处理下西瓜维生素 C、可溶性蛋白质、可溶性总糖、总黄酮、中心

糖和边糖含量均显著高于 CK($P<0.05$),总酸度和含水量与 CK 比差异不显著($P>0.05$);与 CK 相比,BOF 处理下西瓜维生素 C、可溶性蛋白质、可溶性总糖、总酸度、总黄酮、中心糖、边糖和含水量分别增加了 47.08%、26.81%、63.94%、33.90%、35.78%、18.37%、35.71%和 4.76%,其中,以可溶性糖的增加幅度最大。综合比较来看,生物有机肥能提高西瓜单瓜质量和产量,同时还可以提高果实糖分含量,改善西瓜品质。

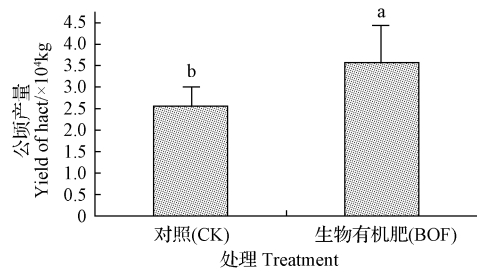
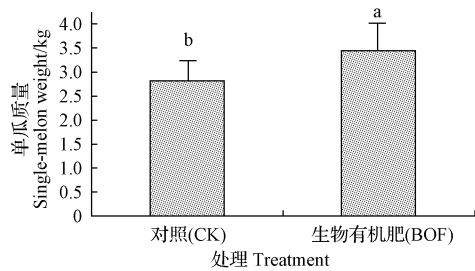


图 5 生物有机肥对大棚西瓜产量的影响
Fig. 5 Effect of bio-organic fertilizer on yield of watermelon

表 1 生物有机肥对大棚西瓜果实品质的影响
Table 1 Effect of bio-organic fertilizer on quality of watermelon fruit

处理 Treatment	维生素 C 含量 Vitamin C content /(mg · (100g) ⁻¹)	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content /(mg · (100g) ⁻¹)	可溶性总糖含量 Total soluble sugar content/%	总酸度 Total acidity /%	总黄酮含量 Total flavonoids content/(mg · kg ⁻¹)	中心糖含量 Center sugar content/%	边糖含量 Edge sugar content/%	含水量 Water content /%
对照(CK)	3.25±0.56b	2.35±0.74b	5.38±0.54b	0.059±0.013a	12.38±2.41b	11.38±1.59b	9.27±0.58b	77.8±9.6a
生物有机肥(BOF)	4.78±0.69a	2.98±0.97a	8.82±0.99a	0.079±0.024a	16.81±3.78a	13.47±2.01a	12.58±1.22a	81.5±7.3a

3 讨论与结论

该研究结果表明,生物有机肥对大棚西瓜的生长特性影响较为明显,BOF 和 CK 2 种生长过程中各项指标均随生长期的增加而增加,叶面积指数在膨瓜期有所降低,主要由于西瓜植株在膨瓜期进行果实有机物质的合成阶段,而叶片光合产生的有机物质已消耗殆尽,导致叶面积指数有所降低^[17-19]。从幼苗期到膨瓜期,西瓜株高、茎粗、主根长和叶面积指数处于快速增加阶段,不同时期 BOF 西瓜株高、茎粗、主根长叶面积指数均高于对照,由此表明,生物有机肥能够促进西瓜植株的生长特性,但在幼苗期其促进效果并不明显,生物有机肥促进西瓜叶片的生长,根系发育较快,表现出较强的生长能力,从而促进西瓜有机物质合成及产量的提高^[20-22]。

随着西瓜生育期的增加,BOF 和 CK 2 种处理下,大棚西瓜叶片叶绿素 a 和叶绿素 b 含量呈现先增加后减小趋势,可溶性糖和可溶性蛋白质含量则呈逐渐增加趋势,其原因主要受膨瓜期西瓜叶面积指数的影响导致叶绿素 a 和叶绿素 b 含量有所降低。西瓜植株的生长发育受叶片光合特性、生理代谢和光合产物代谢的共同影响,叶面积指数是植物冠层生长状况的指标,叶面积指

数较大有利于捕获更多的光能^[23-25]。综合比较可知,生物有机肥处理的西瓜通过增加叶面积指数和光合作用进而影响其自身的生长。由此表明,生物有机肥对西瓜植株的生长和叶片的生理特性具有一定的促进作用。叶绿素是衡量光合作用特性的重要指标,在光合作用过程中具有接受和转换能量的作用,可溶性蛋白质包含一些代谢的酶,其含量的多少与植株体内的代谢强度有关^[26-27]。该研究中生物有机肥处理下西瓜叶绿素 a 和叶绿素 b 含量均高于对照,说明生物有机肥能够促进西瓜叶片叶绿素合成,这与前人的研究结果一致^[23-25]。另一方面,生物有机肥可活化土壤基质中的养分,促进植物对养分的吸收,增加养分含量,提供干物质积累所需的营养,促进其营养生长和生殖生长^[20-22]。该研究中,生物有机肥增加了大棚西瓜根区土壤养分,其中,以有机碳的增加幅度最大(73.67%),通过大幅度的增加土壤有机碳含量增加其它土壤养分含量,进而促进了西瓜根系对土壤养分的吸收和利用,同时也对增加有机物质合成能力,提高有机质含量和增加产量奠定了一定的基础^[28-29]。生物有机肥增加了西瓜的营养生长,有利于其干物质积累,为生殖生长提供充足的营养以改善品质。

综合分析可知,生物有机肥增加了西瓜的产量、维生素C、可溶性蛋白质、可溶性总糖、总酸度、总黄酮、中心糖、边糖等的含量和含水量,同时,生物有机肥效能持续缓慢的释放有利于作物生长的基础条件,并与其生理需求达到同步,可有效促进作物营养代谢协调均衡,从而确保西瓜的高产优质^[20-22]。综上,生物有机肥能促进西瓜的营养生长、生殖生长,改善品质可为该区有机西瓜生产过程中的科学施肥提供理论依据和参考;但有机肥的施用量、长期的综合累积效应以及对西瓜土壤肥力的影响仍有待进一步研究。

参考文献

- [1] GUO S, ZHANG J, SUN H, et al. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions [J]. *Nature Genetics*, 2013, 45(1): 51-58.
- [2] MARAN J P, SIVAKUMAR V, THIRUGNANASAMBANDHAM K, et al. Microwave assisted extraction of pectin from waste *Citrullus lanatus* fruit rinds [J]. *Carbohydrate polymers*, 2014, 101: 786-791.
- [3] PODURI A, RATERI D L, SAHA S K, et al. *Citrullus lanatus* 'sentinel' (watermelon) extract reduces atherosclerosis in LDL receptor-deficient mice [J]. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2013, 24(5): 882-886.
- [4] TLILI I, HDIDER C, LENUCCI M S, et al. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area [J]. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2011, 24(3): 307-314.
- [5] LI Q, LI P, SUN L, et al. Expression analysis of β -glucosidase genes that regulate abscisic acid homeostasis during watermelon (*Citrullus lanatus*) development and under stress conditions [J]. *Journal of Plant Physiology*, 2012, 169(1): 78-85.
- [6] WINQVIST C, BENGTSSON J, AAVIK T, et al. Mixed effects of organic farming and landscape complexity on farmland biodiversity and biological control potential across Europe [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2011, 48(3): 570-579.
- [7] DAMRON W S. Introduction to animal science: Global, biological, social, and industry perspectives [M]. Dklahoma: Prentice Hall Career and Technology, 1999.
- [8] MÄDER P, BERNER A. Development of reduced tillage systems in organic farming in Europe [J]. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2012, 27(1): 7-11.
- [9] TUCK S L, WINQVIST C, MOTA F, et al. Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2014, 51(3): 746-755.
- [10] SEUFERT V, RAMANKUTTY N, FOLEY J A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture [J]. *Nature*, 2012, 485(7397): 229-232.
- [11] GADERMAIER F, BERNER A, FLIEBBACH A, et al. Impact of reduced tillage on soil organic carbon and nutrient budgets under organic farming [J]. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 2012, 27(1): 68-80.
- [12] CHAPARRO J M, SHEFLIN A M, MANTER D K, et al. Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility [J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2012, 48(5): 489-499.
- [13] WANG K, LIAO Y, CAO S, et al. Effects of benzothiadiazole on disease resistance and soluble sugar accumulation in grape berries and its possible cellular mechanisms involved [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2015, 102: 51-60.
- [14] PENG T, ZHU X, DUAN N, et al. *PtrBAM1*, a β -amylase-coding gene of *Poncirus trifoliata*, is a CBF regulon member with function in cold tolerance by modulating soluble sugar levels [J]. *Plant, Cell and Environment*, 2014, 37(12): 2754-2767.
- [15] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [16] 高俊凤. 植物生理学实验指导 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [17] KUJAWINSKI E B. The impact of microbial metabolism on marine dissolved organic matter [J]. *Annual Review of Marine Science*, 2011 (3): 567-599.
- [18] ENGEL A, PIONTEK J, GROSSART H P, et al. Impact of CO₂ enrichment on organic matter dynamics during nutrient induced coastal phytoplankton blooms [J]. *Journal of Plankton Research*, 2014, 36(3): 641-657.
- [19] FALKOWSKI P G, RAVEN J A. Aquatic photosynthesis [M]. New Jersey: Princeton University Press, 2013.
- [20] ZHAO S, LIU D, LING N, et al. Bio-organic fertilizer application significantly reduces the *Fusarium oxysporum* population and alters the composition of fungi communities of watermelon *Fusarium* wilt rhizosphere soil [J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2014, 50(5): 765-774.
- [21] YUAN J, RUAN Y, WANG B, et al. Plant growth promoting rhizobacteria strain *Bacillus amyloliquefaciens* NJN-6-enriched bio-organic fertilizer suppressed *Fusarium* wilt and promoted the growth of banana plants [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, 61(16): 3774-3780.
- [22] LANG J, HU J, RAN W, et al. Control of cotton *Verticillium* wilt and fungal diversity of rhizosphere soils by bio-organic fertilizer [J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2012, 48(2): 191-203.
- [23] TANG H, DUBAYAH R, BROLLY M, et al. Large-scale retrieval of leaf area index and vertical foliage profile from the spaceborne waveform lidar (GLAS/ICESat) [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2014, 154: 8-18.
- [24] ZHU Z, BI J, PAN Y, et al. Global data sets of vegetation leaf area index (LAI) 3g and Fraction of Photosynthetically Active Radiation (FPAR) 3g derived from Global Inventory Modeling and Mapping Studies (GIMMS) Normalized Difference Vegetation Index (NDVI3g) for the period 1981 to 2011 [J]. *Remote Sensing*, 2013, 5(2): 927-948.
- [25] GANGULY S, NEMANI R R, ZHANG G, et al. Generating global leaf area index from Landsat: Algorithm formulation and demonstration [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2012, 122: 185-202.
- [26] TAKAHASHI S, UCHIDA A, NAKAYAMA K, et al. The C-terminal extension peptide of non-photoconvertible water-soluble chlorophyll-binding proteins (Class II WSCPs) affects their solubility and stability: comparative analyses of the biochemical and chlorophyll-binding properties of recombinant *Brassica*, *Raphanus* and *Lepidium* WSCPs with or without their C-terminal extension peptides [J]. *The Protein Journal*, 2014, 33(1): 75-84.
- [27] RENGGER G, PIEPER J, THEISS C, et al. Water soluble chlorophyll binding protein of higher plants: a most suitable model system for basic analyses of pigment-pigment and pigment-protein interactions in chlorophyll protein complexes [J]. *Journal of Plant Physiology*, 2011, 168(12): 1462-1472.
- [28] SCHULZ H, GLASER B. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment [J]. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 2012, 175(3): 410-422.
- [29] GATTINGER A, MULLER A, HAENI M, et al. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2012, 109(44): 18226-18231.

Effect of Bio-organic Fertilizer on Growth Characteristics and Quality of Watermelon

ZHANG Fengying¹, DU Zhizhi², HE Jiawei³, YANG Liyun³

(1. College of Tropical Crops, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 665000; 2. Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650201; 3. Institute of Alpine Economic Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Lijiang, Yunnan 674100)

Abstract: Taking 'Jingxin 2' watermelon as material, the effect of bio-organic fertilizer on growth characteristics and quality were studied. The results showed that, from seedling to mature stage, the bio-organic fertilizer (BOF) and CK watermelon plant height, stem diameter, main root length increased gradually with the growth period, and leaf area index decreased in mature stage. The bio-organic fertilizer (BOF) watermelon plant height, stem diameter, main root length and leaf area index were higher than CK. The chlorophyll a and chlorophyll b contents of watermelon first increased and then decreased in BOF and CK treatment, soluble sugar and soluble protein increased gradually with the growth period, and the chlorophyll a content and chlorophyll b content, soluble sugar content, soluble protein content were higher in BOF treatment than CK. BOF treatment had increased watermelon root zone soil nutrients, BOF treatment watermelon root zone soil organic carbon, total nitrogen and total potassium were higher than CK ($P < 0.05$), which the soil organic carbon was the most sharpest increase (73.67%), while BOF treatment had no significantly difference to soil total phosphorus ($P > 0.05$). BOF treatment had significantly increased watermelon fruit weight and yield ($P < 0.05$), it also increased vitamin C, soluble protein, soluble total sugar, total acidity, total brass, center sugar, sugar and water content, which the soluble total sugar was the most sharpest increase (73.67%). In total, BOF treatment could effectively promote the nutrition metabolism of watermelon, increase the sugar content and improve the quality of watermelon, which ensured the high yield and good quality.

Keywords: bio-organic fertilizer; watermelon; growth characteristics; quality

欢迎订阅 2016 年《北方园艺》

中文核心期刊
中国农业核心期刊
全国优秀农业期刊
中国北方优秀期刊
黑龙江省优秀科技期刊
美国化学文摘社(CAS)收录期刊

主管:黑龙江省农业科学院

主办:黑龙江省农业科学院、黑龙江省园艺学会

中国标准连续出版物号:

ISSN 1001-0009 CN 23-1247/S

广告经营许可证号:2301070000009

邮发代号:14-150 半月刊 每月 15、30 日出版

单价:15.00 元 全年:360.00 元

全国各地邮局均可订阅 或直接向编辑部汇款订阅

本刊栏目涵盖园艺学的蔬菜、果树、瓜类、花卉、植保等研究领域的新成果、新技术、新品种、新经验。竭诚欢迎全国各地科研院所人员、大专院校师生,各省、市、县、乡、镇农业技术推广人员、农民科技示范户等踊跃订阅。

现辟有试验研究、研究简报、设施园艺、栽培技术、园林花卉、生物技术、植物保护、贮藏保鲜加工、食用菌、中草药、资源与环境、新品种选育、产业论坛、专题综述、农业经纬、经验交流等栏目。

地址:黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

邮编:150086 电话:0451-86674276 信箱:bfiybjb@163.com 网址:www.haasep.cn