

# 不同施肥组合对硒砂瓜产量和品质的影响

刘云飞<sup>1</sup>, 沈健<sup>1</sup>, 苏壮壮<sup>1</sup>, 宋希梅<sup>1</sup>, 于蓉<sup>2</sup>, 张显<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学园艺学院 陕西杨凌 712100; 2. 宁夏农林科学院园艺研究所 银川 750002)

**摘要:** 为了探究硒砂瓜连作障碍解决方案, 提高自根西瓜的产量和品质, 在连作 13 年的压砂地上研究了草根八号、碳基营养有机肥与泥炭基质不同配比和用量共 15 个施肥组合对西瓜生长、果实形态、产量、品质和贮运性的影响。结果表明, 不同施肥组合可以促进硒砂瓜植株生长, 提升西瓜果实产量和品质, 通过隶属函数法分析硒砂瓜果实品质指标和综合比较西瓜生长、产量、贮运性等因素, B2C2、A2B2C2 施肥组合的果实品质较优, 其中可溶性总糖含量分别增加了 38.72%、36.63%, 并增产 31.92% 以上, 可以实现连作压砂地上自根西瓜的优质和高产。

**关键词:** 硒砂瓜; 自根苗; 有机肥; 果实品质

中图分类号: S651

文献标志码: A

文章编号: 1673-2871(2022)11-043-07

## Impact of fertilization combinations on the yield and quality of selenium-rich pressed watermelon

LIU Yunfei<sup>1</sup>, SHEN Jian<sup>1</sup>, SU Zhuangzhuang<sup>1</sup>, SONG Ximei<sup>1</sup>, YU Rong<sup>2</sup>, ZHANG Xian<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture, Northwest Agriculture & Forestry University, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Institute of Horticulture, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, Ningxia, China)

**Abstract:** In order to explore the Selenium-rich sand-pressed watermelon continuous cropping obstacle solution and to improve the yield and quality of self-rooted watermelon, the effects of different ratio and dosage of 15 fertilization combinations, including Caogen No.8, carbon-based nutritional organic fertilizer and peat substrate, on the growth, fruit shape, yield, quality and storage and transportation of watermelon were studied on the sand-pressed land of continuous cropping for 13 years. The results showed that different fertilization combinations could promote the growth of Selenium-rich pressed watermelon plants and improve the yield and quality of watermelon fruits. Analysis of fruit quality indexes of Selenium-rich pressed watermelon by membership function method and comprehensive comparative analysis of watermelon growth, production, storage and transportation and other factors, the fruit quality of B2C2 and A2B2C2 fertilization combination were better. The soluble total sugar content increased by 38.72% and 36.63%, respectively, and the yield increased by more than 31.92%, which could meet the high quality and high yield of self-rooted watermelon in continuous cropping sand press.

**Key words:** Selenium-rich pressed watermelon; Self-root seedlings; Organic fertilizer; Fruit quality

西瓜在园艺生产中有着非常重要的地位, 同时生产规模也十分庞大, 据国家西甜瓜产业技术体系不完全统计, 目前全国西瓜种植面积 153.3 万~166.7 万  $\text{hm}^{2[1-2]}$ 。作为西瓜生产大国, 西瓜产业在我国种植业发展过程中发挥了重要的作用<sup>[3]</sup>。硒砂瓜又被称作石缝中长出来的西瓜, 宁夏省中卫市在发展硒砂瓜方面相对于其他地区有着非常独特的天然优势, 该地区的昼夜温差大, 在硒砂瓜大量种植的七八月份, 一天中最高温差可以达到 15 °C 甚

至更高, 并且当地土壤中含有许多微量元素, 所以种植出来的西瓜甘甜如蜜, 营养价值高<sup>[4]</sup>。

宁夏地处干旱半干旱地区, 该地区降雨量少且蒸发量大, 当地的农民为了抵御恶劣的自然条件, 在土地上面压一层 15~20 cm 厚的砂石, 这样做最大的效果就是使压砂地具有很好的水土保持功效, 提高土地的利用率, 但是这种特殊的土壤质地, 也大大增加了压砂地在整地施肥、旋耕过程中的难度<sup>[5-6]</sup>。经过多年的硒砂瓜连作, 压砂地的土壤理化

收稿日期: 2022-03-28; 修回日期: 2022-09-01

基金项目: 国家西甜瓜产业技术体系(CARS-25); 宁夏农林科学院农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目(NGSB-2021-7); 硒砂瓜生长与抗性调控技术研究与应用(NGSB-2021-7)

作者简介: 刘云飞, 男, 在读硕士研究生, 研究方向为农艺与种质。E-mail: yf62900051@163.com

通信作者: 张显, 男, 教授, 主要从事西甜瓜种质改良、新品种选育及抗逆机制研究。E-mail: zhangxian098@126.com

于蓉, 女, 副研究员, 主要从事瓜菜育种与栽培技术研究工作。E-mail: yyrrhyy@163.com

性质逐渐变差,致病微生物大量积累,产量逐年下降<sup>[7-9]</sup>。这些问题导致抗逆性较强的嫁接西瓜种植面积迅速增加,但相对于自根西瓜而言,嫁接西瓜果实品质较低,口感较差,对硒砂瓜的持续发展产生了较大的影响<sup>[10-11]</sup>。因此,笔者拟通过采用最佳的施肥组合,改善连作地的土壤条件,提高自根西瓜的产量和品质,以维持硒砂瓜的绿色可持续生产。

生物有机肥是由具有特定功能的微生物和动植物的残体作为来源,经过一系列加工而制成的肥料<sup>[12-13]</sup>。有机肥对西瓜生长的效果如何与其种类和质量、有机物料以及供试的生态环境有着密切的关系<sup>[14-16]</sup>。此外,前人研究表明,草根八号有促进辣椒根系生长、改善根系结构的作用,可以提高辣椒抗逆性、抗病性,增加土壤水分和提升肥料利用率<sup>[17]</sup>。碳基生物有机肥作为液体肥料可以提高土壤的孔隙度(porosity)和吸湿水含量(hygroscopic water content),改善土壤的物理结构,提高保水保肥能力<sup>[18-19]</sup>。泥炭是植物残体在高湿度低氧气环境中形成的一种有机堆积物,对园艺植物的生长有着非

常重要的促进作用<sup>[20-22]</sup>。但它们是否适用于西瓜的生长发育还需要进行进一步的研究和试验,且目前研究单种有机肥对西瓜生长状况影响的试验较多<sup>[23]</sup>,但是将不同种类的有机肥料结合起来,并配合泥炭基质,共同探究其对西瓜生长和品质影响的研究并不常见。笔者期望找到优于单施有机肥的施肥组合,从而提高西瓜的产量和品质。笔者以当地主栽西瓜品种金城5号自根苗为试验材料,在宁夏中卫市尹西村连作13年的压砂地进行试验,研究不同施肥组合对硒砂瓜产量和品质的影响,旨在找到最适合硒砂瓜生长的肥料组合,为促进当地提高硒砂瓜果实品质和农民增收提供有理论支撑和数据支持的施肥技术。

## 1 材料与方法

### 1.1 时间和地点

试验于2021年4—9月在宁夏中卫市尹西村硒砂瓜试验基地进行,供试土地连续13年种植西瓜,土壤的理化性质如表1所示。

表1 供试土壤理化性质

参数	土层/cm	pH值	w(有机质)/(g·kg <sup>-1</sup> )	w(速效氮)/(mg·kg <sup>-1</sup> )	w(速效磷)/(mg·kg <sup>-1</sup> )	w(速效钾)/(mg·kg <sup>-1</sup> )
数值	0~20	8.23	12.39	23.24	23.75	145

### 1.2 试验材料及主要仪器设备

供试品种为金城5号(甘肃武威新金城种业有限公司育苗)自根苗,该品种为宁夏香山地区硒砂瓜的主栽品种,为晚熟、大果型、高抗西瓜品种。由种苗公司在日光温室采用72孔穴盘育苗。供试肥料:草根八号为生物有机肥,由北京草根创新农业科技有限公司提供(w<sub>有机质</sub>≥40.0%,枯草芽孢杆菌活菌数≥0.20亿·g<sup>-1</sup>);碳基营养有机肥由西北农林科技大学资源环境学院提供(c<sub>有机质</sub>27.7%,c<sub>腐殖酸</sub>2.37%,c<sub>黄腐酸</sub>8.7%);泥炭基质由台北市拓治有限公司提供(0~25mm泥炭土,不含N、P、K肥料)。

主要仪器:卷尺、游标卡尺、电子天平、搅拌机、分光光度计、漏斗、滤纸、摇床、离心机、恒温水浴锅、烘箱、移液枪、试管架、离心管(10 mL)、4℃冰箱、-80℃冰箱、烧杯、容量瓶、量筒。

### 1.3 试验设计

设15个施肥处理,以不施加任何供试肥料作为对照(CK),各施肥处理见表2。每个处理3次重复,共计45个小区,随机区组排列。小区面积27 m<sup>2</sup>,株距1.5 m,行距1.8 m。定植前进行整地挖穴,施入50 kg·667 m<sup>-2</sup>史丹利复合肥料(N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O的质

表2 试验设计

处理	草根八号施用量/(g·株 <sup>-1</sup> )	碳基营养有机肥施用量/(mL·株 <sup>-1</sup> )	泥炭基质施用量/(g·株 <sup>-1</sup> )
CK			
A1	20		
A2	40		
B1		50	
B2		100	
C1			100
C2			200
A1B1	20	50	
A1C1	20		100
B1C1		50	100
A2B2	40	100	
A2C2	40		200
B2C2		100	200
A1B1C1	20	50	100
A2B2C2	40	100	200

量分数分别为17%、17%、17%)作为基肥,后逐穴施入各施肥处理并与土壤混合均匀。爬地栽培,顺风向整理瓜蔓,不整枝,花期天然授粉,每株留1果。采用膜下滴灌进行灌水和追肥,其他的田间操作均一致。

1.4 测定项目与方法

在伸蔓期、开花坐果期、膨瓜期、成熟期测量硒砂瓜植株的生长指标。待成熟期果实收获后每小区取 3~5 个瓜测量果实有关形态指标和品质。生长指标包括蔓长(用卷尺测定,从主茎靠近地表处起测量,到生长点截止)、茎粗(用数显游标卡尺进行测量,测量部位始终为西瓜主茎基部的第一节位)、叶片数。果实产量指标测定:调查小区坐果数和 4 kg 以上西瓜果实计算小区产量和平均单瓜质量,折算成每 667 m<sup>2</sup> 产量。果实形态特征:用直尺测量果实的纵径、横径以及果皮厚度,用硬度计测量果皮硬度,并通过纵径与横径的比值得出果形指数。果实品质:用 PAL-1 糖度计(日本 ATAGO)测定果实可溶性固形物含量;用蒽酮比色法<sup>[24]</sup>测定果实可溶性总糖含量;采用考马斯亮兰 G-250 染色法<sup>[24]</sup>测定可溶性蛋白含量;用钼蓝比色法<sup>[24]</sup>测定维生素 C 含量;用 3,5-二硝基水杨酸法<sup>[24]</sup>测定果实还原糖含量。

表 3 不同施肥组合对蔓长的影响 cm

处理	伸蔓期	开花坐果期	膨瓜期	成熟期
CK	33.68±2.51 a	103.25±7.14 e	212.54±8.87 b	248.27±6.73 e
A1	39.88±1.58 a	128.17±6.69 abcd	236.37±13.91 ab	277.04±14.31 abcde
A2	39.20±2.17 a	127.60±6.69 abcd	252.02±11.69 a	299.83±14.76 ab
B1	37.60±1.39 a	122.93±5.57 abcde	234.98±14.35 ab	257.02±15.12 cde
B2	34.40±1.84 a	110.78±5.53 bcde	226.16±8.55 ab	258.68±13.22 cde
C1	39.16±2.54 a	110.03±5.80 cde	232.88±8.44 ab	258.17±11.04 cde
C2	37.38±1.64 a	119.28±6.31 abcde	230.49±9.90 ab	256.69±8.88 cde
A1B1	33.93±2.22 a	119.39±5.44 abcde	228.05±11.45 ab	269.57±9.66 abcde
A1C1	39.67±1.38 a	131.68±7.23 ab	233.37±7.85 ab	265.74±12.06 bcde
B1C1	33.78±1.95 a	107.81±7.73 de	212.98±10.08 b	251.01±12.65 de
A2B2	35.72±2.74 a	117.25±6.81 abcde	248.03±10.34 a	281.62±12.95 abcde
A2C2	39.68±1.47 a	136.78±5.27 a	260.87±8.35 a	283.71±9.82 abcde
B2C2	40.68±2.87 a	130.28±5.34 abc	256.96±7.94 a	308.89±16.07 a
A1B1C1	38.25±2.48 a	129.07±6.38 abc	251.34±12.21 a	291.38±12.91 abcd
A2B2C2	34.23±1.65 a	134.43±6.76 a	253.55±9.68 a	292.75±9.21 abc

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间在 0.05 水平差异显著。下同。

1.5 数据统计与分析

西瓜果实品质评价应用模糊数学中的隶属函数法,计算公式为: $R(X_i)=(X_i-X_{min})/(X_{max}-X_{min})$ 。式中: $X_i$ 为指标测定值, $X_{max}$ 、 $X_{min}$ 为所测指标的最大值与最小值<sup>[25]</sup>。以西瓜可溶性蛋白、维生素 C、可溶性总糖、可溶性固形物、还原性糖含量 5 个品质指标为依据,计算各个指标的隶属函数值,并进行综合评价,各处理的综合得分为所有指标隶属函数值之和。

采用 EXCEL 进行试验数据统计分析,采用 ORIGIN 2022 进行图表制作,采用 IBM SPSS Statistics 23 分析相关性和检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同施肥组合对硒砂瓜生长的影响

由表 3、4、5 可知,随着硒砂瓜生育期的推进,各个处理的蔓长、茎粗、叶片数均呈升高趋势,但是在膨瓜期之后升高趋势逐渐变缓,趋于稳定。由表 3 可知,在伸蔓期,各个施肥处理对于硒砂瓜蔓长的影响较小,与 CK 相比均无显著差异;在开花坐果

表 4 不同施肥组合对茎粗的影响 mm

处理	伸蔓期	开花坐果期	膨瓜期	成熟期
CK	4.23±0.17 b	7.54±0.36 a	10.26±0.30 d	11.56±0.25 d
A1	4.31±0.17 ab	7.88±0.37 a	11.45±0.50 abcd	12.78±0.51 abc
A2	4.79±0.21 ab	7.98±0.33 a	11.82±0.52 abc	13.41±0.48 abc
B1	5.02±0.26 a	7.49±0.43 a	10.97±0.30 bcd	12.44±0.27 bcd
B2	4.89±0.24 ab	7.24±0.35 a	11.29±0.26 bcd	12.49±0.31 bcd
C1	4.80±0.24 ab	7.16±0.37 a	12.27±0.39 ab	13.55±0.31 ab
C2	4.83±0.29 ab	7.58±0.20 a	10.28±0.31 d	12.23±0.30 cd
A1B1	4.69±0.23 ab	7.41±0.36 a	11.50±0.47 abcd	13.29±0.38 abc
A1C1	4.41±0.16 ab	7.74±0.23 a	11.36±0.51 abcd	12.85±0.46 abc
B1C1	4.64±0.29 ab	7.53±0.57 a	11.61±0.36 abcd	13.45±0.26 abc
A2B2	4.65±0.20 ab	7.16±0.38 a	11.69±0.39 abc	13.26±0.41 abc
A2C2	4.66±0.16 ab	7.04±0.28 a	11.20±0.33 bcd	13.07±0.42 abc
B2C2	4.64±0.26 ab	8.23±0.64 a	12.00±0.39 abc	13.44±0.37 abc
A1B1C1	4.66±0.27 ab	7.69±0.37 a	10.64±0.36 cd	12.89±0.29 abc
A2B2C2	4.52±0.18 ab	8.07±0.66 a	12.67±0.63 a	14.03±0.58 a

期,蔓长相对于CK有显著差异的施肥组合有A1、A2、A1C1、A2C2、B2C2、A1B1C1、A2B2C2,其中以A2C2效果最佳,A2B2C2次之,较CK处理分别增加32.47%、30.20%;在膨瓜期,蔓长相较于CK有显著差异的施肥组合有A2、A2B2、A2C2、B2C2、A1B1C1、A2B2C2;在成熟期,蔓长相较于CK有显著差异的施肥组合有A2、B2C2、A1B1C1、A2B2C2,其中以B2C2组合效果最佳,较CK处理增加24.42%。

由表4可知,在伸蔓期,不同的施肥处理对茎粗的影响较小,仅B1相较CK有显著差异,较CK处理增加了18.68%;在开花坐果期,各个施肥处理之间茎粗都没有显著差异;在膨瓜期,茎粗相较于CK有显著差异的施肥组合有A2、C1、A2B2、B2C2、A2B2C2;在成熟期,除B1、B2、C2外,其他施肥处理茎粗相较于CK均有显著差异,其中以A2B2C2的效果最佳,相对于CK处理增加了21.37%。

由表5可知,在伸蔓期,各个施肥处理叶片数与CK相比均没有显著差异;在开花坐果期,叶片数相对于CK有显著差异的施肥组合有A2C2、A1B1C1,较CK处理分别增加了22.43%、23.84%,但二者均与其他施肥组合并没有显著差异;在膨瓜期,不同梯度的单种肥料施肥处理的叶片数虽然有差异,但差异不显著;在成熟期,叶片数相对于CK有显著性差异的施肥处理有A2、A2B2、A2C2、B2C2,其中以B2C2的效果最佳,相较于CK处理增加了28.58%,同膨瓜期一样,单种肥料不同梯度的施肥处理之间没有显著差异。

表5 不同施肥组合对叶片数的影响

处理	叶片数			
	伸蔓期	开花坐果期	膨瓜期	成熟期
CK	9.83±0.71 ab	17.83±1.24 b	32.67±1.32 e	42.58±1.96 c
A1	11.00±0.64 ab	20.25±0.99 ab	35.83±1.42 bcde	45.75±1.85 bc
A2	10.50±0.68 ab	21.25±1.33 ab	38.42±1.46 abc	52.17±2.19 ab
B1	10.17±0.51 ab	20.92±0.87 ab	36.00±1.89 bcde	46.42±1.86 bc
B2	10.50±0.66 ab	19.50±0.95 ab	34.75±0.96 cde	47.33±2.55 bc
C1	10.83±0.63 ab	19.58±1.33 ab	37.00±1.03 abcd	45.67±2.07 bc
C2	10.58±0.58 ab	18.83±1.13 ab	34.83±1.07 cde	46.42±1.18 bc
A1B1	9.25±0.63 b	20.33±1.01 ab	35.08±1.58 cde	48.75±1.21 abc
A1C1	11.58±0.38 a	20.75±1.09 ab	36.92±0.80 abcd	46.58±2.15 bc
B1C1	9.42±0.66 b	20.33±1.15 ab	33.17±1.18 de	46.42±2.43 bc
A2B2	9.67±0.51 ab	20.50±1.27 ab	37.92±1.35 abc	52.67±2.84 ab
A2C2	10.58±0.36 ab	21.83±1.55 a	40.83±1.15 a	50.75±1.48 ab
B2C2	11.17±0.59 ab	19.42±0.78 ab	39.58±0.89 ab	54.75±2.50 a
A1B1C1	10.33±0.45 ab	22.08±1.47 a	37.33±1.43 abc	48.67±2.52 abc
A2B2C2	9.92±0.72 ab	20.83±0.72 ab	37.67±0.91 abc	49.42±1.59 abc

2.2 不同施肥组合对果实品质的影响

从表6中可以看出,所有的施肥组合对可溶性蛋白含量的影响相较于CK都有显著差异,以A2B2C2的效果最好,相对于CK处理增加了

表6 不同施肥组合对果实品质的影响

处理	w(可溶性蛋白)/(mg·g <sup>-1</sup> )	w(维生素C)/(mg·g <sup>-1</sup> )	w(可溶性总糖)/(g·kg <sup>-1</sup> )	w(可溶性固形物)/%	w(还原糖)/(g·kg <sup>-1</sup> )
CK	0.42±0.02 e	15.13±1.12 bcd	81.58±2.11 f	11.83±0.17 a	6.05±0.03 def
A1	0.56±0.02 d	15.13±1.12 bcd	86.22±2.02 ef	12.20±0.25 a	5.91±0.04 ef
A2	0.67±0.07 cd	15.56±1.15 abcd	98.29±8.43 bcd	12.10±0.18 a	6.03±0.06 def
B1	0.77±0.03 abc	15.35±0.22 bcd	87.43±2.11 def	12.50±0.12 a	5.70±0.07 f
B2	0.66±0.02 cd	13.18±0.37 d	93.63±1.54 cde	12.28±0.13 a	6.97±0.04 bc
C1	0.66±0.01 cd	16.21±0.22 abc	94.82±3.62 cde	12.15±0.13 a	6.55±0.23 cd
C2	0.66±0.02 cd	15.78±0.37 abcd	103.49±5.42 abc	12.33±0.25 a	6.50±0.11 cd
A1B1	0.73±0.03 bc	18.16±0.57 a	92.97±2.52 cde	12.50±0.40 a	7.13±0.12 b
A1C1	0.70±0.01 bc	15.35±0.57 bcd	96.87±2.18 bcde	11.93±0.25 a	6.24±0.10 de
B1C1	0.76±0.03 abc	15.78±0.37 abcd	90.23±4.25 def	12.13±0.19 a	6.27±0.07 de
A2B2	0.75±0.02 abc	16.86±1.32 abc	103.79±3.65 abc	12.25±0.19 a	7.90±0.46 a
A2C2	0.79±0.06 ab	14.26±0.22 cd	107.35±1.61 ab	12.53±0.21 a	6.48±0.12 cd
B2C2	0.77±0.01 abc	16.00±0.94 abcd	113.17±2.73 a	12.50±0.35 a	7.86±0.22 a
A1B1C1	0.80±0.04 ab	14.26±0.22 cd	96.51±1.30 bcde	12.43±0.20 a	7.19±0.08 b
A2B2C2	0.85±0.03 a	17.73±1.63 ab	111.46±3.90 a	12.55±0.09 a	7.42±0.16 ab

102.38%。与CK相比,A1B1可显著提高西瓜果肉维生素C含量,比CK增加了20.03%;其次为A2B2C2组合,维生素C含量比CK增加了17.18%,但与对照差异不显著。不同施肥组合对果肉可溶性总糖含量的影响较大,除A1、B1和B1C1外,其他处理可溶性总糖含量均显著高于对照,其中B2C2、A2B2C2、A2C2增幅为31.59%~38.72%。各施肥处理间西瓜的可溶性固形物含量无显著差异。组合施肥可提升果肉还原性糖含量,其中A2B2、B2C2表现较优,相对于CK处理分别增加了30.58%、29.92%。

通过对西瓜各品质指标的分析得出,不同施肥处理对硒砂瓜各品质指标的影响有一定的差异,因此利用隶属函数法对果实品质进行综合评价,结果如表7所示,各处理综合品质得分依次为:A2B2C2、B2C2、A2B2、A1B1、A2C2、A1B1C1、C2、C1、B1、B1C1、B2、A2、A1C1、A1、CK。

表7 不同施肥处理西瓜果实品质指标隶属函数值及综合得分

处理	可溶性蛋白含量	维生素C含量	可溶性总糖含量	可溶性固形物含量	还原糖含量	隶属函数值	排序
CK	0.00	0.39	0.00	0.00	0.16	0.55	15
A1	0.32	0.39	0.15	0.51	0.10	1.47	14
A2	0.57	0.48	0.53	0.37	0.15	2.10	12
B1	0.82	0.44	0.19	0.93	0.00	2.37	9
B2	0.54	0.00	0.38	0.62	0.58	2.12	11
C1	0.55	0.61	0.42	0.44	0.39	2.41	8
C2	0.55	0.52	0.69	0.69	0.37	2.82	7
A1B1	0.72	1.00	0.36	0.93	0.65	3.66	4
A1C1	0.64	0.44	0.48	0.13	0.25	1.94	13
B1C1	0.79	0.52	0.27	0.41	0.26	2.25	10
A2B2	0.77	0.74	0.70	0.58	1.00	3.79	3
A2C2	0.86	0.22	0.82	0.97	0.35	3.21	5
B2C2	0.82	0.57	1.00	0.93	0.98	4.30	2
A1B1C1	0.89	0.22	0.47	0.83	0.68	3.08	6
A2B2C2	1.00	0.91	0.95	1.00	0.78	4.64	1

### 2.3 不同施肥组合对硒砂瓜产量的影响

由表8可以看出,除A1、B1、C1、B1C1外,其他施肥处理对纵径的影响相对于CK都具有显著差异,其中以A2B2C2处理的纵径值最大,相对于CK增加了20.80%。除B1、C1、A1B1、B1C1外,其他施肥处理对横径的影响相对于CK都具有显著性差异。同时,CK的纵径和横径在所有施肥组合中均为最小。所有施肥组合中A2B2C2、A1B1的果形指数较大,与CK相比差异显著。

表8 不同施肥组合对果实形态的影响

处理	纵径/cm	横径/cm	果形指数
CK	28.84±0.76 e	20.16±0.35 f	1.43±0.02 bc
A1	30.73±1.32 cde	21.48±0.43 abcd	1.43±0.04 bc
A2	31.78±0.28 bcd	21.61±0.28 abcd	1.47±0.02 abc
B1	29.08±0.97 e	21.03±0.24 cdef	1.38±0.04 c
B2	31.80±0.55 bcd	21.69±0.29 abc	1.47±0.02 abc
C1	30.51±0.61 cde	20.91±0.28 cdef	1.46±0.03 abc
C2	31.59±0.97 bcd	21.13±0.28 bcde	1.49±0.04 ab
A1B1	31.70±0.89 bcd	20.43±0.35 ef	1.55±0.03 a
A1C1	31.77±0.55 bcd	21.32±0.22 bcde	1.49±0.03 ab
B1C1	29.56±0.47 de	20.68±0.18 def	1.43±0.03 bc
A2B2	32.73±0.72 abc	21.63±0.25 abc	1.51±0.02 ab
A2C2	32.93±0.62 abc	21.67±0.19 abc	1.52±0.03 ab
B2C2	33.51±0.60 ab	22.00±0.37 ab	1.53±0.03 ab
A1B1C1	33.53±0.75 ab	22.31±0.29 a	1.51±0.05 ab
A2B2C2	34.84±0.98 a	22.33±0.30 a	1.56±0.04 a

从表9中可以看出,所有施肥组合的单瓜质量和产量均要高于CK,除A2、B1、A1C1、B1C1外,其他施肥组合对硒砂瓜产量的影响相对于CK均有显著差异,增产幅度为15.22%~35.80%。A2C2、B2C2、A2B2C2处理的增产排名为前3,相对于CK分别增加了35.80%、34.36%、31.92%;随后依次为B2、C1、A1B1C1和A2B2,相对于CK增产幅度为22.90%~28.76%,且与产量排名前三名处理无显著差异。单种肥料施肥处理中B2的产量最高,并且相对于低浓度有机肥与泥炭基质结合的肥料组合A1C1、B1C1有显著差异;草根八号和泥炭基质单独使用时低浓度即有效,但两者组合使用时高浓度增产效果更加显著。

表9 不同施肥组合对硒砂瓜产量的影响

处理	单瓜质量/kg	产量/(kg·667 m <sup>2</sup> )
CK	6.63±0.35 e	1 768.29±78.08 f
A1	7.86±0.88 cde	2 050.38±106.02 bcde
A2	7.81±0.47 de	2 002.62±56.57 cdef
B1	7.67±0.36 de	1 945.00±85.28 def
B2	8.63±0.51 bcd	2 276.81±78.96 ab
C1	8.76±0.26 bcd	2 255.16±113.4 abc
C2	8.18±0.48 cd	2 037.38±71.20 bcde
A1B1	8.12±0.14 ed	2 037.94±75.19 bcde
A1C1	8.17±0.28 cd	2 004.12±56.21 cdef
B1C1	8.13±0.35 cd	1 899.17±80.13 ef
A2B2	9.03±0.44 abcd	2 173.28±78.99 abcd
A2C2	10.22±0.39 a	2 401.39±66.10 a
B2C2	9.82±0.37 ab	2 375.88±65.81 a
A1B1C1	8.80±0.26 bcd	2 228.10±62.27 abc
A2B2C2	9.25±0.17 abc	2 332.79±100.59 a

## 2.4 不同施肥组合对硒砂瓜贮运性的影响

从表 10 中可以看出,A2B2 处理的果皮硬度值最大且显著高于对照,较对照增加了 19.71%,其次为 A1C1、B2C2、A1B1C1,相对于对照分别增加了 12.09%、11.60%、11.38%,虽然与对照有差异,但是差异并不显著。A1B1C1 处理的果皮最厚,但仅与 C1 处理差异显著。

表 10 不同施肥组合对硒砂瓜贮运性的影响

处理	果皮硬度/(kg·cm <sup>-2</sup> )	果皮厚度/cm
CK	19.69±1.31 bcde	0.83±0.03 ab
A1	17.96±0.91 de	0.77±0.04 ab
A2	19.85±1.01 bcde	0.86±0.04 a
B1	17.73±0.93 e	0.79±0.05 ab
B2	18.37±0.78 cde	0.84±0.05 a
C1	21.13±0.8 abc	0.70±0.03 b
C2	18.53±0.77 cde	0.77±0.04 ab
A1B1	20.89±0.65 abcd	0.86±0.07 a
A1C1	22.07±0.73 ab	0.80±0.03 ab
B1C1	18.60±0.81 cde	0.77±0.02 ab
A2B2	23.57±0.85 a	0.82±0.04 ab
A2C2	19.27±0.82 bcde	0.79±0.03 ab
B2C2	21.97±0.88 ab	0.83±0.02 a
A1B1C1	21.93±0.88 ab	0.88±0.03 a
A2B2C2	19.18±0.96 bcde	0.81±0.04 ab

## 3 讨论

有研究表明,施用有机肥可以改善土壤环境状况,提高土壤肥力,从而促进作物的生长发育<sup>[26]</sup>。但是随着农业的不断发展,有机肥的种类随之增多、来源更加广泛,不同有机肥的成分也存在着明显的差异。因此,不同有机肥在不同区域及西瓜栽培模式下的应用效果也大不相同。笔者发现,不同施肥组合可以提高硒砂瓜的产量,并且在促进硒砂瓜植株生长方面有显著的效果,这与杜少平等<sup>[27]</sup>、饶丽仙<sup>[28]</sup>的研究结果基本一致。同时,钟书堂等<sup>[29]</sup>在对连作多年的香蕉园的试验中发现,连续两年施用生物有机肥可以提高小区产量。郭勤卫等<sup>[30]</sup>发现不同施肥组合在提高盆栽青菜产量、促进生长方面与笔者的试验效果相同。笔者研究发现,单施草根八号的处理在对西瓜植株蔓长生长方面的影响要优于单施另外两种肥料,可能是由于草根八号中含有丰富的活性有益菌,促进了西瓜植株根系生长,进而蔓长增加,这也验证了不同种类有机肥在促进植株生长方面存在明显差异的结论。在增产方面,相对于单施处理,高浓度有机肥搭配泥炭的施肥组合有明显的效果,这与戴小红等<sup>[31]</sup>的研究结果类似。

由于有机肥本身具有良好的孔隙结构和较高的阳离子交换量,所以能将土壤中的养分吸附到颗粒周围,从而改善土壤营养状况,便于植株从土壤中提取转化养分<sup>[32]</sup>。笔者研究发现,不同施肥组合可以显著提高硒砂瓜果实中的可溶性蛋白含量,这与王圣泽等<sup>[33]</sup>在青花菜中的研究结果一致。同时单施高浓度单种有机肥并没有显著提高果实中的维生素 C 含量,但可溶性总糖含量相对于 CK 有显著的提升,可能是由于有机肥施用量以及施肥配比不当引起的,这与赵跃等<sup>[34]</sup>、王成等<sup>[35]</sup>在西瓜和韭菜上的研究结果相符。笔者发现一定浓度泥炭基质与有机肥配施可以提高果实品质,这与孙平等<sup>[36]</sup>在黄瓜上的研究结果相符。可溶性固形物含量作为最直观的果实品质评价指标,不同施肥组合虽然相对于 CK 略有提高,但是差异并不显著,这可能是由宁夏地区特殊的环境条件造成的,所以如何进一步提高果实可溶性固形物含量也是笔者今后的工作方向。

由于硒砂瓜果实特殊的商品性,对其贮运性的要求也十分严格,果实硬度和果皮厚度共同决定了硒砂瓜的贮运性是否良好。笔者试验研究得出,不同施肥处理对硒砂瓜贮运性的影响并不显著,这可能与供试品种本身为中晚熟大果型品种的特性有关。同时该试验设计也存在一定的缺陷,没有进行高浓度与低浓度相互组合的施肥处理,无法得出各种肥料在进行组合施肥时的最佳浓度,还需要在今后的试验中不断进行完善和改进。

## 4 结论

由笔者的研究结果可以看出,不同施肥组合对硒砂瓜生长和品质有一定的促进效果。所以考虑不同施肥组合对硒砂瓜的生长、品质、产量、贮运性等方面的综合影响,在露地栽培条件下,B2C2(碳基营养有机肥 100 mL+泥炭基质 200 g)、A2B2C2(草根八号 40 g+碳基营养有机肥 100 mL+泥炭基质 200 g)施肥组合的果实品质较优,增产 31.92%以上,可以实现连作压砂地上自根西瓜的优质和高产。

### 参考文献

- [1] 马跃. 透过国际分析,看中国西瓜甜瓜的现状与未来[J]. 中国瓜菜,2011,24(2):64-67.
- [2] 王娟娟,李莉,尚怀国. 我国西瓜甜瓜产业现状与对策建议[J]. 中国瓜菜,2020,33(5):69-73.
- [3] 赵姜. 中国西瓜产业发展的经济学分析[D]. 北京:中国农业科学院,2013.

- [4] 陈天雄,张彦茹,唐玲,等.宁夏中部干旱带无公害硒砂瓜栽培技术[J].中国蔬菜,2009(9):46-47.
- [5] 刘丽娟,李小玉.干旱区土壤盐分积累过程研究进展[J].生态学杂志,2019,38(3):891-898.
- [6] 戈敢.中国压砂田的发展与意义[J].农业科学研究,2009,30(4):52-54.
- [7] 潘学琴.硒砂瓜砂土分离技术研究[J].农机科技推广,2017(7):57.
- [8] 许强,吴宏亮,康建宏,等.旱区砂田肥力演变特征研究[J].干旱地区农业研究,2009,27(1):37-41.
- [9] 杜少平,马忠明,薛亮.不同年限旱砂田土壤团聚体及其有机碳分布特征[J].应用生态学报,2017,28(5):1619-1625.
- [10] 李靖宇,张肖冲,田兴国,等.压砂地硒砂瓜自根苗/嫁接苗不同连作方式土壤微生物群落结构比较[J].生态学杂志,2021,40(11):3608-3619.
- [11] 高军红,廖华俊.嫁接对西瓜果品品质的影响[J].中国瓜菜,2006,16(5):12-14.
- [12] 张瑞福,沈其荣.抑病型土壤的微生物区系特征及调控[J].南京农业大学学报,2012,35(5):125-132.
- [13] BONANOMI G, ANTIGNANI V, CAPODILUPO M, et al. Identifying the characteristics of organic soil amendments that suppress soilborne plant diseases[J]. Soil Biology & Biochemistry, 2010,42(2):136-144.
- [14] 吕卫光,黄启为,沈其荣,等.不同来源有机肥及有机肥与无机肥混施对西瓜生长期土壤酶活性的影响[J].南京农业大学学报,2005,28(4):68-71.
- [15] 赵鹏,董彩霞,申长卫,等.3种有机无机肥配施对西瓜氮、钾养分吸收以及产量和品质的影响[J].南京农业大学学报,2015,38(2):288-294.
- [16] 曹云娥,李建设,高艳明,等.不同有机物料对设施土壤环境和西瓜生长的影响[J].中国蔬菜,2016(9):47-51.
- [17] 杨胜伟,苟晓松,邱化荣,等.不同处理方法对朝天椒生长及品质的影响[J].耕作与栽培,2021,41(1):20-24.
- [18] 戴德球,范伟胤,李冀武,等.水稻施用沼液生产试验报告[J].中国沼气,2000,18(2):34-36.
- [19] 黄世文,廖西元.沼肥用于水稻的现状与展望[J].中国沼气,2005,23(2):23-26.
- [20] 孟宪民,王忠强,刘永和,等.国外园艺泥炭利用现状与未来发展方向[J].腐植酸,2003(1):3-6.
- [21] 李谦盛,郭世荣,李式军.利用工农业有机废弃物生产优质无土栽培基质[J].自然资源学报,2002,17(4):515-519.
- [22] 崔秀敏,王秀峰.蔬菜育苗基质及其研究进展[J].天津农业科学,2001,7(1):37-42.
- [23] 浦晓薇.木霉生物有机肥对压砂西瓜的生长及土壤微生物区系的影响研究[D].南京:南京农业大学,2019.
- [24] 高俊凤.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2006.
- [25] 杜清洁,李建明,潘铜华,等.滴灌条件下水肥耦合对番茄产量及综合品质的影响[J].干旱地区农业研究,2015,33(3):10-17.
- [26] 谢娟娜,房琴,路杨,等.增施有机肥提升作物耐盐能力研究[J].中国农学通报,2018,34(3):42-50.
- [27] 杜少平,马忠明,薛亮.不同有机肥对砂田西瓜产量、品质和养分吸收的影响[J].应用生态学报,2019,30(4):1269-1277.
- [28] 饶丽仙.优化施肥组合对硒砂瓜生产及土壤理化性质的影响[J].中国农技推广,2020,36(11):73-75.
- [29] 钟书堂,沈宗专,孙逸飞,等.生物有机肥对连作蕉园香蕉生产和土壤可培养微生物区系的影响[J].应用生态学报,2015,26(2):481-489.
- [30] 郭勤卫,章心惠,李朝森,等.不同施肥组合对盆栽青菜的产量及相关性状的影响[J].农业科技通讯,2015(8):139-141.
- [31] 戴小红,黄鹂鸣.蚯蚓粪配比的泥炭基质特性及其栽培的小型西瓜幼苗生长状况[J].热带作物学报,2019,40(9):1685-1692.
- [32] 裴雪霞,党建友,张定一,等.化肥减量配施有机肥对旱地小麦产量、品质和水分利用率的影响[J].水土保持学报,2021,35(4):250-258.
- [33] 王圣泽,聂金,费丹丹,等.有机肥部分替代化肥对青菜菜生长、品质及土壤状况的影响[J].中国瓜菜,2022,35(4):56-62.
- [34] 赵跃,黄楠,刘继培.生物有机肥配施硅钙钾镁肥对西瓜产量、品质及土壤养分的影响[J].农学学报,2022,12(9):37-41.
- [35] 王成,吕剑,李静,等.不同生物有机肥用量对韭菜产量、品质及养分利用的影响[J].中国土壤与肥料,2019(6):204-211.
- [36] 孙平平,吴玉凤,张凯鸣,等.不同泥炭占比栽培基质理化性质及其对黄瓜产量和品质的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2020,41(1):97-104.