

# 适合老压砂地西瓜生物有机肥筛选

谭军利<sup>1,2,3</sup>, 马永鑫<sup>1\*</sup>, 王西娜<sup>4</sup>, 田军仓<sup>1,2,3</sup>

(1. 宁夏大学土木与水利工程学院, 宁夏银川 750021; 2. 宁夏节水灌溉与水资源调控工程技术研究中心, 宁夏银川 750021; 3. 旱区现代农业水资源高效利用教育部工程研究中心, 宁夏银川 750021; 4. 宁夏大学农学院, 宁夏银川 750021)

**摘要** 为了筛选适合老压砂地西瓜生长的生物有机肥, 通过2年田间试验分别在种植年限超过50和30年的老压砂地上, 研究5种生物有机肥: 肥料A(EM发酵堆肥)、B(酵素菌发酵堆肥)、C(EM发酵堆肥-枯草芽孢杆菌)、D(EM发酵堆肥-三色源菌剂)、E(EM发酵堆肥-5406菌)对老压砂地西瓜生长、产量及品质的影响。结果表明, 施用生物有机肥不同程度地促进了西瓜主蔓长和叶片的生长, D肥和E肥处理的效果显著; 与不施生物有机肥相比, 2年施用生物有机肥处理的西瓜产量分别提高了19.3%~54.3%和7.9%~35.9%, 同时D肥处理亦能提高西瓜果实可溶性固形物含量, 从而改善西瓜品质。综合5种生物有机肥下西瓜的生长、产量及品质, 筛选出D肥是一种适合老压砂地施用的生物有机肥。

**关键词** 生物有机肥; 西瓜; 产量; 品质; 老压砂地

中图分类号 S651 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)03-0151-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.03.040



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Screening of Suitable Bio-organic Fertilizer for Watermelon Production in Old Gravel-sand Mulched Field

TAN Jun-li<sup>1,2,3</sup>, MA Yong-xin<sup>1</sup>, WANG Xi-na<sup>4</sup> et al (1. School of Civil and Hydraulic Engineering, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021; 2. Engineering Technology Research Center of Water-Saving and Water Resource Regulation in Ningxia, Yinchuan, Ningxia 750021; 3. Engineering Research Center for Efficient Utilization of Modern Agricultural Water Resources in Arid Regions, Ministry of Education, Yinchuan, Ningxia 750021; 4. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

**Abstract** In order to screen the suitable bio-organic fertilizer for watermelon production in old gravel-sand mulched field, 2 a field experiment was carried out to investigate effects of five kinds of bio-organic fertilizer: A fertilizer (EM fermented manure), B fertilizer (Enzyme microorganism fermented manure), C fertilizer (EM fermented manure-bacillus subtilis), D fertilizer (EM fermented manure-Sanseyan inocula), E fertilizer (EM fermented manure-5406 fungus) on growth, yield and fruit quality of watermelon in old gravel-sand mulched field of planting more than 50 and 30 a, respectively. Results showed that application of bio-organic fertilizers promoted growth of main stem length and leaves of the watermelon to some extent, and the effectiveness of D and E fertilizer on watermelon growth were obvious; Compared to without application of bio-organic fertilizer, bio-organic fertilizer treatments increased fruit yield by 19.3%–54.3% and 7.9%–35.9%, respectively in 2009 and 2010. Meanwhile, D fertilizer also increased the soluble solid content of watermelon fruit and improved the quality of watermelon. From the aspects of growth, yield and fruit quality of watermelon, D fertilizer is a kind of bio-organic fertilizer suitable for watermelon production in old gravel-sand mulched field.

**Key words** Bio-organic fertilizer; Watermelon; Yield; Quality; Old gravel-sand mulched field

压砂地是我国西北干旱地区一种特殊耕作方式, 具有土壤蓄水、增湿、保墒及防止土壤盐碱化和杂草危害等作用<sup>[1-2]</sup>。压砂西瓜是当地农户重要的经济来源, 但长年单一的种植模式, 使得压砂地土壤肥力随种植年限的增加而不断下降, 土壤中的微生物量也不断减少<sup>[3]</sup>, 导致西瓜生长缓慢、产量急剧下降及品质恶劣等问题。

生物有机肥料是一种合成肥料, 由特定功能的微生物和主要动植物的残留物进行无害化处理腐熟后制成的, 同时具有微生物肥料和有机肥料的效应<sup>[4]</sup>。研究表明, 长期使用生物有机肥料可以有效地改善土壤物理结构, 增加土壤微生物数量<sup>[5]</sup>。因此, 使用生物有机肥料是维持和提高土壤肥力的有效途径<sup>[6]</sup>。

宁夏中卫市地区压砂西瓜种植产业已具有一定的规模, 如何解决西瓜在生产中因随种植年限增加导致产量和品质

下降等问题是压砂西瓜产业可持续发展的关键。研究表明, 施用生物有机肥能显著促进番茄<sup>[7]</sup>、西瓜<sup>[8]</sup>、烤烟<sup>[9]</sup>等作物的生长, 有利于提高作物产量和品质。施用生物有机肥对作物连作引起的土传病虫害有明显的防治效果, 如西瓜枯萎病<sup>[10-11]</sup>、番茄根结线虫病<sup>[12]</sup>、烟草青枯病<sup>[13]</sup>等。谭军利等<sup>[14]</sup>结合目前国内主流微生物菌种和压砂地西瓜需肥特点研制了5种生物有机肥, 并从中筛选出适合压砂地西瓜的生物有机肥。由于种植作物和土壤环境的差异性, 同一种肥料的作用效果在不同地区和不同作物不同。

笔者通过2年的田间试验, 对比研究了5种生物有机肥对老压砂地西瓜生长、产量及品质的影响, 评价并筛选出了适合老压砂地西瓜的生物有机肥, 为该地区压砂地西瓜产业的可持续发展提供技术支撑。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地点分别位于宁夏中卫市沙坡头区香山乡尹东村和拓寨村, 2块试验地相距1 km左右。该地处于宁夏中部干旱带核心区, 105°13'E, 37°00'N, 平均海拔1 740 m, 年平均降水量180 mm, 而蒸发量则达2 100~2 400 mm, 日照充足, 干旱少雨。

试验点0~20 cm的土壤基本养分性状见表1。

**基金项目** 宁夏自然科学基金项目(2020AAC03090); 宁夏高等学校科学研究项目(NGY2018020); 国家自然科学基金项目(51309135, 31860590); 宁夏高等学校一流学科建设(水利工程)项目(NXYLXK2021A03)。

**作者简介** 谭军利(1979—), 男, 湖南茶陵人, 教授, 博士, 从事农业水资源高效利用研究。\*通信作者, 硕士研究生, 研究方向: 农业水资源高效利用。

**收稿日期** 2021-06-01

表1 土壤基本养分性状(0~20 cm)

Table 1 The principal nutrient of tested soil at 0~20 cm depth

年份 Year	地点 Site	有机质 Organic matter g/kg	全氮 Total nitrogen g/kg	速效磷 Available phosphorus mg/kg	速效钾 Available potassium mg/kg
2009	尹东村	8.85	0.87	6.2	158
2010	拓寨村	6.39	1.00	6.2	88

**1.2 试验材料** 压砂试验地分别为种植年限超过50和30年老压砂地,由于长期连年耕作,土壤肥力低。

供试西瓜品种为金城5号。宁夏大学和中卫市丰盛有机肥厂共同合作研究并生产试验所使用的5种生物有机肥,肥料基本配方相同,而添加的微生物菌剂不同。其中养分状况分别为全氮含量25 g/kg,全磷含量5.2 g/kg,全钾含量24 g/kg,有机质含量274 g/kg<sup>[8]</sup>。5种生物有机肥分别为肥料A(EM发酵堆肥)、B(酵素菌发酵堆肥)、C(EM发酵堆肥-枯草芽孢杆菌)、D(EM发酵堆肥-三色源菌剂)、E(EM发酵堆肥-5406菌)<sup>[8]</sup>。

**1.3 试验方法** 试验于当年4月底种植催芽的种子,8月中旬收获。试验共设6个处理:A、B、C、D、E肥以及不施有机肥(CK)。2009年试验小区面积为2.0 m×7.5 m,重复3次,每个小区种植5株西瓜;2010年试验小区为6 m×6 m,重复3次,每小区种植12株,西瓜株行距均为1.5 m×2.0 m,小区田间随机排列。所有生物有机肥的施肥量均为1 200 kg/hm<sup>2</sup>,肥料分别在播种前和西瓜伸蔓期用穴施的方法等质量施入。在西瓜坐果膨大期,6个处理均按60 kg/hm<sup>2</sup>追施三元复合肥。2009年补水165 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>和2010年补水量405 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,

生育期内灌水量、灌水次数、瓜蔓整枝等其他操作均一致。

**1.4 测定项目与方法** 西瓜的主蔓长:在整个生育期内不同主要时期,分别用钢卷尺测定主蔓长。每个处理测定3株,取3株的平均值。西瓜叶片数:在整个生育期内不同主要时期,分别在每个处理选取3株计数植株全展叶数量。西瓜产量:收获时每个小区单收,测定小区西瓜产量,之后换算成1 hm<sup>2</sup>的产量。可溶性固形物含量:用阿尔法折射仪分别测定瓜心和瓜周可溶性固形物含量。地上部瓜蔓重:收获期采集地上部瓜蔓,放入烘箱在105℃杀青0.5 h,之后60℃烘干称重。

**1.5 数据分析** 采用Excel 2013和SPSS 22.0软件对试验数据进行统计分析,采用单因素试验法进行方差分析和用Duncan法进行多重比较(α=0.05),表中数据为3个重复的平均值±标准差。

## 2 结果与分析

### 2.1 生物有机肥对压砂地西瓜生长的影响

**2.1.1 主蔓长。**主蔓长是反映西瓜长势的重要指标之一,表2(2009年)和表3(2010年)分别为生育期内不同处理对西瓜主蔓长的影响。

方差分析结果表明,2009年西瓜生育前期,不同处理的主蔓长均无显著差异。7月1日至7月27日,在所有处理中D肥处理的主蔓长最长,显著高于CK处理,分别较CK增长137.1%、87.1%和36.5%。8月7日,不同处理的主蔓长表现为D>E>C>A>B>CK,除B肥和CK处理的主蔓长低于90 cm外,其他均高于90 cm。从2009年生育期内不同处理对西瓜主蔓长的影响来看,D肥处理对主蔓长的促进效果明显(表2)。

表2 2009年不同生物有机肥对西瓜主蔓长的影响

Table 2 Effects of different bio-organic fertilizers on main stem length of watermelon in 2009

cm

处理 Treatment	06-24	07-01	07-15	07-27	08-07
CK	13.25±0.35 a	26.13±15.86 c	47.53±17.61 c	69.60±20.51 b	76.37±22.06 a
A	19.67±15.31 a	38.60±11.68 bc	63.13±17.61 bc	87.33±1.94 a	90.80±6.63 a
B	24.67±19.40 a	51.50±8.80 ab	73.53±12.70 ab	80.33±2.66 ab	83.03±4.57 a
C	23.15±0.21 a	50.70±2.04 ab	78.87±11.45 ab	90.13±4.80 a	92.87±5.70 a
D	28.83±19.53 a	61.96±8.85 a	88.93±1.89 a	95.03±4.48 a	95.93±5.48 a
E	36.00±15.56 a	53.90±9.68 ab	82.93±8.57 ab	93.33±1.86 a	94.33±4.60 a

注:同列不同小写字母表示不同处理在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column mean that different treatments have significant difference at the level of 0.05

由表3可知,6月20日,E肥处理的主蔓长显著高于CK和C肥处理,较CK和C肥处理分别增长56.1%和63.8%。7月3日,不同处理下的主蔓长均无显著差异,但D肥处理

的主蔓长较其他处理长,达69.47 cm。7月14日D肥处理的主蔓长显著高于CK和A肥处理。7月25日,D和E肥处理的主蔓长显著高于CK,D肥处理的效果好于E肥处理。

表3 2010年不同生物有机肥对西瓜主蔓长的影响

Table 3 Effects of different bio-organic fertilizers on main stem length of watermelon in 2010

cm

处理 Treatment	06-20	07-03	07-14	07-25
CK	17.10±0.87 b	55.60±7.24 a	94.27±10.12 b	117.50±7.94 b
A	20.40±6.85 ab	59.97±10.73 a	96.83±12.26 b	139.13±14.74 ab
B	20.73±5.85 ab	61.73±18.26 a	116.83±6.07 ab	143.77±10.35 ab
C	16.30±5.37 b	65.90±11.48 a	113.27±12.30 ab	145.00±4.36 ab
D	22.20±2.36 ab	69.47±5.91 a	128.93±8.70 a	162.13±13.50 a
E	26.70±0.14 a	67.20±10.00 a	116.60±19.43 ab	146.80±27.06 a

注:同列不同小写字母表示不同处理在0.05水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column mean that different treatments have significant difference at the level of 0.05

综合 2 年的试验结果,施用生物有机肥能明显促进老压砂地西瓜主蔓生长的生长,D 肥处理效果最为明显,其次为 E 肥处理,A 肥处理较差。

**2.1.2 叶片数。**叶片是西瓜进行光合作用的主要器官,在一定条件下,叶片数越多则光合作用的产物相对越多。因此,叶片数也可作为表征西瓜生长的指标之一。表 4(2009 年)和表 5(2010 年)分别为生育期内不同处理对西瓜叶片数的影响。

表 4 2009 年不同生物有机肥对西瓜叶片数的影响

Table 4 Effects of different bio-organic fertilizers on leaf numbers of watermelon in 2009

处理 Treatment	06-24	07-01	07-15	07-27	08-07
CK	7.67±2.08 a	11.67±5.13 b	32.33±14.57 b	55.67±14.05 b	65.67±17.04 a
A	9.33±4.93 a	19.67±7.57 ab	40.67±12.10 ab	71.67±5.86 ab	80.67±1.53 a
B	12.67±8.96 a	29.67±7.02 a	53.33±13.20 a	68.67±5.51 ab	74.67±4.93 a
C	9.67±3.51 a	24.00±1.00 a	51.00±5.57 a	72.00±2.00 ab	76.67±6.11 a
D	10.00±1.73 a	29.33±4.93 a	53.33±1.53 a	71.33±11.60 ab	76.33±22.74 a
E	14.00±8.89 a	30.00±4.00 a	55.33±5.03 a	77.33±9.07 a	74.00±6.56 a

注:同列不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column mean that different treatments have significant difference at the level of 0.05

由表 5 可知,6 月 20 日,不同处理的叶片数均无显著差异。7 月 3 日至 7 月 14 日,E、D 及 B 肥处理的叶片数较多,且增长速度较快;各处理在 11 d 内分别增加 43.00、37.67、29.33 片叶,其 D 肥处理的叶片数增长效果最好。7 月 25

由表 4 可知,6 月 24 日,不同处理的叶片数无显著差异,但施用生物有机肥处理的叶片数均高于不施生物有机肥处理。7 月 1 日和 7 月 15 日,E、D、C、B 肥处理叶片数显著高于 CK,与 A 肥处理无显著差异。7 月 27 日,E 肥处理的叶片数显著高于 CK,较 CK 增加 38.9%。8 月 7 日,不同处理的叶片数均无显著差异,但生物有机肥处理的叶片数均高于不施生物有机肥处理且生物有机肥处理的叶片数均达 74.00 片及以上。

日,不同处理的叶片数表现为 B>D>E>A>C>CK,其中 E、D 及 B 肥处理较 CK 处理增长幅度明显,且这 3 个处理下叶片数均超过 100 片。这可能由于在生长后期,生物有机肥肥效充分释放,降雨较多水分补给充足,促进了西瓜生长。

表 5 2010 年不同生物有机肥对西瓜叶片数的影响

Table 5 Effects of different bio-organic fertilizers on leaf numbers of watermelon in 2010

处理 Treatment	06-20	07-03	07-14	07-25
CK	8.00±1.73 a	20.33±4.73 c	42.00±3.00 b	78.67±23.63 a
A	8.67±3.06 a	27.67±10.02 abc	55.33±16.07 ab	93.00±22.00 a
B	8.67±2.08 a	36.00±3.61 ab	65.33±24.58 ab	107.33±8.74 a
C	8.33±1.15 a	25.00±8.54 bc	63.67±16.80 ab	92.67±27.06 a
D	10.33±1.15 a	38.33±5.69 a	76.00±7.21 a	107.00±13.23 a
E	9.33±1.53 a	30.00±4.36 abc	73.00±24.02 ab	103.00±42.46 a

注:同列不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column mean that different treatments have significant difference at the level of 0.05

**2.2 生物有机肥对压砂地西瓜产量的影响** 西瓜产量可作为评价肥料肥效的指标。由表 6 可知,从 2009 年西瓜产量情况看,与不施生物有机肥相比,施用生物有机肥处理的西瓜产量明显提高,增长幅度达 19.3%~54.3%。E 肥处理产量最高,D 和 C 肥处理次之。施用生物有机肥处理的单瓜重明显高于不施生物有机肥处理,施用生物有机肥处理的单瓜重稳定在 1.1 kg。从 2010 年西瓜产量情况看,与不施生物有机肥相比,施用生物有机肥处理的西瓜产量提高了 7.9%~35.9%,D 肥处理下产量最高,达 16 369.2 kg/hm<sup>2</sup>。施用生物有机肥处理的单瓜重明显高于不施生物有机肥处理,除 A 肥处理的单瓜重低于 4.0 kg 外,其他生物有机肥处理的单瓜重均超过 4.0 kg,达到当地商品瓜的标准(在宁夏中卫市地区通常将单瓜重>4.0 kg 的西瓜作为商品瓜)。

2009 和 2010 年压砂地西瓜单瓜重和产量均具有明显差异,这可能由于 2009 年试验地耕作超过 50 年,长期连续种植

西瓜等作物,土壤肥力低,所以产量极低。但施用生物有机肥明显提高老压砂地西瓜的产量。

**2.3 生物有机肥对压砂地西瓜可溶性固形物及地上部生物量的影响** 可溶性固形物是反映西瓜果实品质的重要指标之一。由表 7 可知,不同处理的可溶性固形物含量均无显著差异。2009 年,D 肥处理的瓜心可溶性固形物含量最高,较 CK 处理提高 6.2%。C 肥处理的瓜周可溶性固形物含量最高,D 肥处理次之。2010 年,施用生物有机肥处理下的瓜心可溶性固形物含量表现为 A>B>D>E>C。生物有机肥处理的瓜周可溶性固形物含量中,B 肥处理的瓜周可溶性固形物含量最高,较 CK 提高 19.4%。说明施用生物有机肥有利于改善老压砂地西瓜的品质。

方差分析结果表明,不同生物有机肥的西瓜地上部生物量无显著差异。2009 年,生物有机肥处理的西瓜地上部生物量略低于不施肥处理,这可能由于试验地耕作年限长,土壤

肥力差,施入的生物有机肥的肥效未能及时释放。2010 年,生物有机肥处理的西瓜地上部生物量,除 C 肥处理略低于不施生物有机肥外,其他生物有机肥处理的地上部生物量均高

于不施肥处理,其 B 肥处理的地上部生物量增长幅度最高;D 肥处理次之,增长幅度达 11.4%。说明生物有机肥的施入对西瓜生长具有一定促进作用。

表 6 不同生物有机肥对西瓜产量的影响

Table 6 Effects of different bio-organic fertilizers on yield of watermelon

处理 Treatment	2009 年			2010 年		
	单瓜重 Single melon weight/kg	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	增长率 Growth rate %	单瓜重 Single melon weight/kg	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>	增长率 Growth rate %
CK	0.75±0.20 a	2 408.4±695.3 a	—	3.6±0.2 a	12 045.0±754.7 a	—
A	0.90±0.20 a	2 874.1±732.5 a	19.3	3.9±0.7 a	13 000.6±2 089.4 a	7.9
B	1.10±0.40 a	3 516.8±1 216.9 a	46.0	4.8±1.3 a	15 926.0±4 161.1 a	32.2
C	1.10±0.30 a	3 644.4±814.7 a	51.3	4.5±0.8 a	14 970.0±2 609.1 a	24.3
D	1.10±0.30 a	3 638.9±776.8 a	51.1	5.0±1.2 a	16 369.2±3 889.2 a	35.9
E	1.10±0.00 a	3 716.7±104.1 a	54.3	4.3±1.1 a	14 331.4±3 487.6 a	19.0

注:同列不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column mean that different treatments have significant difference at the level of 0.05

表 7 不同生物有机肥对西瓜可溶性固形物及地上部生物量的影响

Table 7 Effects of different treatments on soluble solid content and aboveground biomass of watermelon

处理 Treatment	2009 年			2010 年		
	瓜心可溶性 固形物含量 Soluble solid content in melon heart//%	瓜周可溶性 固形物含量 Soluble solid content around melon//%	地上部生物量 Aboveground biomass kg/hm <sup>2</sup>	瓜心可溶性 固形物含量 Soluble solid content in melon heart//%	瓜周可溶性 固形物含量 Soluble solid content around melon//%	地上部生物量 Aboveground biomass kg/hm <sup>2</sup>
CK	12.08±0.80 a	10.33±1.28 a	120.85±28.71 a	10.27±0.67 a	7.93±1.83 a	238.08±13.21 a
A	11.67±0.76 a	10.12±0.46 a	106.17±42.99 a	10.80±0.40 a	8.23±0.93 a	249.93±29.43 a
B	11.42±1.18 a	10.87±1.50 a	112.97±21.99 a	10.45±0.70 a	9.47±0.90 a	332.52±84.83 a
C	12.75±2.17 a	11.92±2.32 a	98.09±16.33 a	9.90±0.98 a	9.27±0.67 a	235.58±122.61 a
D	12.83±0.29 a	11.37±1.55 a	91.69±39.81 a	10.10±0.10 a	8.33±0.80 a	265.14±177.16 a
E	12.17±0.72 a	11.33±0.14 a	114.02±11.24 a	9.95±0.33 a	8.42±0.72 a	243.50±93.94 a

注:同列不同小写字母表示不同处理在 0.05 水平差异显著

Note: Different lowercase letters in the same column mean that different treatments have significant difference at the level of 0.05

### 3 结论与讨论

土壤肥力是影响作物生长、产量及品质的重要限制因素之一。压砂地是经农户长期耕作形成,土壤肥力随种植年限的增加而不断下降。

研究表明<sup>[15-17]</sup>,使用生物有机肥可以加速土壤养分的转化、释放和吸收,改善土壤结构,提高土壤微生物量,提高土壤肥力,从而促进作物生长和提高产量<sup>[18-21]</sup>。2 年试验中,施加生物有机肥促进了老压砂地西瓜的生长,E 肥(EM 发酵-5406 菌)和 D 肥(EM 发酵-三色源菌剂)均明显地促进了西瓜主蔓长和叶片数的发生,这与谭军利等<sup>[14]</sup>和哈雪姣等<sup>[19]</sup>在西瓜生长上的研究结果一致。2 年试验中 2010 年西瓜产量明显高于 2009 年,引起这一结果的原因可能是 2009 年所试验的地块是耕作超过 50 年,土壤肥力极低,但 2 年试验施加生物有机肥均明显提高了老压砂地西瓜的产量,这与张迎春等<sup>[20]</sup>和胡诚等<sup>[22]</sup>在作物上研究的结果一致。生物有机肥可以改善瓜果的品质,张迎春等<sup>[20]</sup>研究表明,施加生物有机肥提高了莴笋的可溶性糖和维生素 C 含量。2 年试验中,D、C、B 肥均不同程度地提高了西瓜的可溶性糖含量,这与哈雪姣等<sup>[19]</sup>研究发现施加生物有机肥西瓜可溶性糖含量明显增加的结果一致,说明生物有机肥对瓜果的糖分合成与

转化有一定的促进作用。

因此,对于长期耕作的老压砂地,施加生物有机肥可改善土壤环境,提高土壤肥力,增加微生物繁殖,促进根系发育,从而提高养分的吸收,达到促进作物生长、增产的目的。

从西瓜的生长来看,2 年生物有机肥对老压砂地西瓜的生长有显著的促进作用。E 和 D 肥促进了西瓜主蔓长的生长和叶片的发生,促进效果较好。从西瓜的产量情况来看,2 年不同处理下西瓜的产量无显著差异,但显著高于不施生物有机肥处理。与不施生物有机肥处理相比,2 年施用生物有机肥处理的西瓜产量分别提高了 19.3%~54.3% 和 7.9%~35.9%。方差分析结果表明,2 年不同处理的西瓜品质均无显著差异,但施用生物有机肥处理较不施生物有机肥处理的西瓜可溶性固形物含量相对提高,D 和 C 及 B 肥处理的瓜果可溶性固形物含量较高。

通过 2 年试验结果,从生物有机肥对西瓜生长、产量及品质各方面的影响可知,D 肥能明显地促进西瓜生长,提高西瓜产量,并能改善西瓜品质。因此,筛选出 D 肥(EM 发酵-三色源菌剂)是一种适合压砂地的生物有机肥,尤其对年限过长的老压砂地。

(下转第 197 页)

表 4 不同藏茴香种质叶片营养成分评价

Table 4 Evaluation of nutritional quality of leaves among different germplasm of *Carum carvi*

编号 No.	平均隶数函数值 Average scribe function value	位次 Grade	编号 No.	平均隶数函数值 Average scribe function value	位次 Grade
1	0.226	42	22	0.426	23
2	0.226	41	23	0.509	10
3	0.427	22	24	0.313	38
4	0.357	36	25	0.411	26
5	0.306	39	26	0.440	16
6	0.523	7	27	0.521	8
7	0.595	3	28	0.369	34
8	0.396	30	29	0.517	9
9	0.482	13	30	0.434	20
10	0.422	24	31	0.438	18
11	0.379	31	32	0.453	15
12	0.378	32	33	0.436	19
13	0.439	17	34	0.405	27
14	0.421	25	35	0.615	2
15	0.402	28	36	0.483	12
16	0.431	21	37	0.397	29
17	0.301	40	38	0.340	37
18	0.371	33	39	0.454	14
19	0.368	35	40	0.557	4
20	0.532	5	41	0.526	6
21	0.488	11	42	0.695	1

## 参考文献

- [1] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海经济植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1987:408-409.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1985:275-277.
- [3] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海植物志[M]. 西宁:青海人民出版社,1996:270-273.
- [4] 阎红. 西餐中的香辛料[J]. 四川烹饪高等专科学校学报,2000(2):19.
- [5] 李敏杰,陆兆新,赵海珍. 超声波辅助-盐析-水蒸气蒸馏法提取葛缕子精油的研究[J]. 食品工业科技,2013,34(11):99-103,107.
- [6] 谭睿,王波,陈士林. 气相色谱-质谱法分析藏茴香药材挥发油成分[J]. 中药材,2003,26(12):869-870.

(上接第 154 页)

## 参考文献

- [1] 王菲,王建宇,贺婧,等. 压砂瓜连作对土壤酶活性及理化性质影响[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(5):108-114.
- [2] 王志强,刘声锋,郭守金,等. 宁夏中部干旱地区压砂瓜产业现状和发展对策研究[J]. 宁夏农林科技,2013,53(6):76-78,97.
- [3] 王菲,王建宇,王幼奇. 宁夏荒地压砂年限与土壤理化性质研究[J]. 北方园艺,2014(13):181-185.
- [4] 中华人民共和国农业部. 中华人民共和国农业行业标准 生物有机肥:NY 884—2004[S]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [5] 孙家骏,付青霞,谷浩,等. 生物有机肥对猕猴桃土壤酶活性和微生物群落的影响[J]. 应用生态学报,2016,27(3):829-837.
- [6] 沈德龙,曹凤明,李力. 我国生物有机肥的发展现状及展望[J]. 中国土壤与肥料,2007(6):1-5.
- [7] 唐宇,包慧芳,詹发强,等. 化肥减施条件下配施生物有机肥对番茄生长及品质的影响[J]. 新疆农业科学,2019,56(5):841-854.
- [8] 谭军利,田军仓,王西娜,等. 不同生物有机肥对老压砂地西瓜生长及产量的影响[J]. 宁夏大学学报(自然科学版),2016,37(4):476-481.
- [9] 曾强,李小龙,汪莹,等. 生物有机肥和土壤调理剂对烤烟生长发育和产质量的影响[J]. 河南农业科学,2014,43(11):36-40.
- [10] 凌宁,王秋君,杨兴明,等. 根际施用微生物有机肥防治连作西瓜枯萎病研究[J]. 植物营养与肥料学报,2009,15(5):1136-1141.
- [11] 吕卫光,杨广超,沈其荣,等. 有机肥对连作西瓜生长和土壤微生物区

- [7] 曾攀屹,林鹏程,姚晶. GC-MS 结合保留指数分析玉树野生藏茴香和人工种植藏茴香挥发成分[J]. 安徽农业科学,2014,42(25):8556-8557,8612.
- [8] 司学政,沈宁东,朱惠琴,等. 藏茴香精油提取工艺优化研究[J]. 青海大学学报,2020,38(6):27-33.
- [9] 沈宁东,韦梅琴,李军乔. 藏茴香种子形态及萌发特性研究[J]. 中国园艺文摘,2009,25(8):34-36.
- [10] 沈宁东,韦梅琴,李军乔. 藏茴香种子休眠机理的初步研究[J]. 中国种业,2010(8):55-57.
- [11] 沈宁东,韦梅琴,李宗仁,等. 不同海拔藏茴香叶片解剖结构比较研究[J]. 北方园艺,2014(16):31-34.
- [12] 韦梅琴,沈宁东,韦静. 藏茴香不同海拔高度的叶表皮结构比较[J]. 北方园艺,2016(5):1-4.
- [13] 沈宁东,韦梅琴,李宗仁,等. 高寒地区不同海拔藏茴香茎解剖结构比较研究[J]. 广西植物,2015,35(2):194-199.
- [14] 阎卉,靳文仙,王成港. 气相法同时测定不同产地藏茴香中葛缕酮和柠檬烯含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(11):97-99.
- [15] 白雪,曾攀屹,马家麟,等. 藏茴香超临界 CO<sub>2</sub> 萃取物的化学成分及抗菌活性的研究[J]. 中国食品添加剂,2016(2):106-111.
- [16] KOCIĆ-TANACKOV S, DIMIĆ G, JAKŠIĆ S, et al. Effects of caraway and juniper essential oils on aflatoxigenic fungi growth and aflatoxins secretion in polenta[J]. Journal of food processing and preservation, 2019, 43(12): 55-58.
- [17] FANG R, JIANG C H, WANG X Y, et al. Insecticidal activity of essential oil of *Carum carvi* fruits from China and its main components against two grain storage insects[J]. Molecules, 2010, 15(12): 9391-9402.
- [18] 赵端,沈宁东,朱惠琴. 不同种质藏茴香鲜叶总黄酮含量比较[J]. 北方园艺,2020(24):89-96.
- [19] 张存彦. 复方藏茴香肠溶液体硬胶囊的研制[D]. 天津:天津中医药大学,2005.
- [20] 卡斯木·卡哈尔,阿不都西克日·阿不都力米提,艾尼瓦尔·吾买尔,等. 藏茴香水提物对高脂血症大鼠血脂及肝功能的影响[J]. 新疆医科大学学报,2014,37(12):1581-1584.
- [21] SHERAFATMANESH S, EKRAMZADEH M, TANIDEH N, et al. The effects of thylakoid-rich spinach extract and aqueous extract of caraway (*Carum carvi* L.) in letrozole-induced polycystic ovarian syndrome rats [J]. BMC complementary medicine and therapies, 2020, 20(1): 193-205.
- [22] KESHAVARZ A, MINAIYAN M, GHANNADI A, et al. Effects of *Carum carvi* L. (Caraway) extract and essential oil on TNBS-induced colitis in rats[J]. Research in pharmaceutical sciences, 2013, 8(1): 1-8.
- [23] 西北农业大学. 基础生物化学实验指导[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1986:6-108.
- [24] 张部昌,袁华玲,刘才宇. 安徽萝卜品种资源营养成分分析与评价[J]. 作物品种资源,1999(2):41-42.
- [12] 朱震,陈芳,肖同建,等. 拮抗菌生物有机肥对番茄根结线虫的防治作用[J]. 应用生态学报,2011,22(4):1033-1038.
- [13] 李红丽,郭夏丽,李清飞,等. 抑制烟草青枯病生物有机肥的研制及其生防效果研究[J]. 土壤学报,2010,47(4):798-801.
- [14] 谭军利,田军仓,王西娜,等. 生物有机肥对老压砂地西瓜生长及产量影响[J/OL]. 中国科技论文在线[2015-11-11]. <http://www.paper.edu.cn/html/releasepaper/2015/11/164/>.
- [15] 曹丹,宗良纲,肖峻,等. 生物肥对有机黄瓜生长及土壤生物学特性的影响[J]. 应用生态学报,2010,21(10):2587-2592.
- [16] 张云伟,徐智,汤利,等. 不同有机肥对烤烟根际土壤微生物的影响[J]. 应用生态学报,2013,24(9):2551-2556.
- [17] 曲成闯,陈效民,韩召强,等. 施用生物有机肥对黄瓜不同生育期土壤肥力特征及酶活性的影响[J]. 水土保持学报,2017,31(6):279-284.
- [18] 李停锋,李雯,郭君钰,等. 生物有机肥对连作压砂田土壤肥力及西瓜品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2020(5):109-116.
- [19] 哈雪姣,左继民,司长城,等. 施用生物有机肥及生物菌剂对西瓜产量、品质及土壤养分含量的影响[J]. 中国瓜菜,2018,31(10):45-48.
- [20] 张迎春,颜建明,郁继华,等. 生物有机肥部分替代化肥对莴笋生长、产量及品质的影响[J]. 干旱地区农业研究,2020,38(1):66-73.
- [21] 吴平江,夏叶,薛勇,等. 不同生物有机肥对绿洲温室番茄生长及产量的影响[J]. 安徽农业科学,2019,47(2):144-146.
- [22] 胡成,刘东海,乔艳,等. 施用生物有机肥对土壤酶活性及作物产量的影响[J]. 华北农学报,2017,32(S1):308-312.