

# 多功能有机肥在制种玉米生产中最佳施肥量研究

闫刚<sup>1,2</sup> 李婷<sup>1,2</sup> 常曙光<sup>3</sup> 高树财<sup>4</sup> 殷学云<sup>5</sup> 田兴云<sup>5</sup> 张正珍<sup>6</sup> 赵芸晨<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>酒泉农辉农业科技开发有限公司,甘肃酒泉 735000; <sup>2</sup>河西学院农业与生态工程学院,甘肃张掖 734000; <sup>3</sup>秦皇岛市渤海湾玉米研究所,河北秦皇岛 066000; <sup>4</sup>甘肃省酒泉市肃州区土肥站,酒泉 735000; <sup>5</sup>甘肃省酒泉市肃州区农业局,酒泉 735000; <sup>6</sup>甘肃省酒泉市肃州区农业技术推广中心,酒泉 735000)

**摘要:**为研究农辉多功能有机肥的施用效应及其对生产的影响,采用单因素随机区组设计,设4种多功能有机肥用量处理,分别为0kg/hm<sup>2</sup>、1800kg/hm<sup>2</sup>、3600kg/hm<sup>2</sup>和5400kg/hm<sup>2</sup>,以郑单958为材料,研究不同多功能施肥量施用对张掖市制种玉米生产过程中植株的农艺性状、光合特性及产量的影响。结果表明,制种玉米农艺性状和产量的变化随施肥量增加而成正比,不同生育期有机肥施用,植株株高、茎粗、干物质累积量均有效提高;多功能有机肥施用有利于制种玉米叶绿素含量与净光合速率的提高,光合效率提高,3600~5400kg/hm<sup>2</sup>施用量增产效果较好。综合考虑施肥成本和经济产量,建议在本区施用农辉多功能有机肥的最佳施肥量为3600kg/hm<sup>2</sup>。

**关键词:**制种玉米;多功能有机肥;农艺性状;产量

## The Study of Optimum Dosage of Multi-Function Organic Fertilizer on Corn Seed Production

YAN Gang<sup>1,2</sup>, LI Ting<sup>1,2</sup>, CHANG shuguang<sup>3</sup>, GAO shucui<sup>4</sup>, YIN Xueyun<sup>5</sup>,  
TIAN Xingyun<sup>5</sup>, ZHANG Zhengzhen<sup>6</sup>, ZHAO Yunchen<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Jiuquan Nonghui Agricultural Science and Technology Development Co., Ltd., Jiuquan 735000, Gansu; <sup>2</sup>School of Agricultural and Technological of Hexi University, Zhangye 734000, Gansu; <sup>3</sup>Qinhuangdao Bohai Bay Corn Research Institute, Qinhuangdao 066000, Hebei; <sup>4</sup>Suzhou District Soil Fertilizer Station, Jiuquan 735000, Gansu; <sup>5</sup>Suzhou District Agricultural Bureau, Jiuquan 735000, Gansu; <sup>6</sup>Suzhou District Agricultural Technology Extension Center, Jiuquan 735000, Gansu)

张掖市位于甘肃省西北部,河西走廊西部,日照时间长,昼夜温差大,干旱少雨,有利于制种玉米光合产物的形成积累及果穗晾晒<sup>[1]</sup>,是国家级玉米杂交制种基地,生产的玉米种子籽粒饱满、品质纯正、色泽鲜艳,面积长年稳定在6666.7hm<sup>2</sup>以上<sup>[2]</sup>。当前,在农业生产中人们已逐渐认识到化肥与有机物料配合施用对土壤肥力与作物产量的提升作用,国内外关于化肥配施有机物料对土壤理化特征与作物生长发育方面已开展了大量的研究。秦嘉海等<sup>[3]</sup>

认为长期单施化肥会导致土壤酸化、板结、含水量降低,土壤养分流失。徐土库等<sup>[4]</sup>研究表明,化肥养分含量高、肥效快,可满足作物即时生长的需要,但长期单一施用化肥会破坏土壤结构和导致作物病害的发生,最终使得作物减产。李国山等<sup>[5]</sup>通过生物有机肥玉米生产效果试验证明,施用有机肥不仅可有效改善耕地土壤结构,还可以减轻农业废弃物对农田造成的污染。目前,有机肥在农作物上应用较多,种类也层出不穷,肥效差异较大,其中,农辉有机肥对张掖市甘州区制种玉米农艺性状的研究报道较少。

农辉多功能有机肥是利用高寒山区无污染的畜禽粪便和油饼等为原料,采用当今世界先进的生

李婷为共同第一作者

**基金项目:**甘肃省民生科技专项-社会发展专题(21CX6NF237);酒泉市科技计划项目(2022CA10170);甘肃省重点研发项目(22YF7NG128)

**通信作者:**赵芸晨

物技术,添加有益微生物菌和土壤活化剂及增效剂,含氮、磷、钾、微量元素的多功效有机肥。本研究试验以郑单 958(父本为昌 7-2、母本为郑 58)为材料,研究农辉有机肥不同用量对制种玉米农艺性状的影响,明确施用有机肥的作用效果和最适用量,为张掖制种玉米生产提供技术参考。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于张掖市甘州区明永镇,38°55'N、100°28'E,海拔 1420m。试验地地势状况一致、肥力一致。前茬作物为制种玉米,其中有机质含量 14.7g/kg,速效氮含量 39.22g/kg,速效磷含量 13.88g/kg,速效钾含量 172.43g/kg。

**1.2 供试材料** 供试肥料:农辉多功能有机肥由酒泉农辉农业科技开发有限公司生产并提供。磷酸二氢铵(N:11%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:52%)由黑龙江北大荒农业股份有限公司生产,尿素(N:46%)由甘肃刘化(集团)有限责任公司生产,硫酸钾(K<sub>2</sub>O:50%)由阿康国际化工集团有限公司生产,上述 3 种肥料采购自市场。

供试玉米品种:郑单 958(母本郑 58、父本昌 7-2),由张掖市的中储粮张掖金象种业公司提供,种子净度为 99%,发芽率为 99%。

**1.3 试验设计** 试验采用单因素随机区组设计,设 3 种有机肥施肥水平处理,施肥量分别为:1800kg/hm<sup>2</sup>、3600kg/hm<sup>2</sup>、5400kg/hm<sup>2</sup>,以不施有机肥为对照(0kg/hm<sup>2</sup>),每个处理 3 次重复。共 12 个小区,小区长 7m,宽 5.4m。母本株距 20cm,行距 40cm。父本株距 50cm,父本采用满天星模式播种,父本在母本播种后 5d 及 10d 分别进行一期及二期父本播种,为了保证发芽率,采取双粒点播。

有机肥作为底肥在旋土覆膜前一次性施入,同时每小区施磷酸二氢铵 2kg。4 月 20 日膜上点播,拔节期每小区追施尿素 1kg 和硫酸钾 1kg,在抽雄期每小区追施尿素 2kg。全生育期灌水 4 次,9 月 20 日收获,试验其他管理同大田制种玉米。

## 1.4 测定项目与方法

**1.4.1 作物株高和茎粗的测定** 分别在制种玉米生长的大喇叭口期、抽雄期和乳熟期,从小区中选择长势均匀一致的连续 10 株母本玉米测量株高和茎粗,用刻度卷尺和游标卡尺分别测量植株的生理株高和茎粗,用烘干法测定玉米干重。

**1.4.2 叶绿素含量测定** 分别在玉米拔节期、抽雄

期、乳熟期采用 SPAD-502(Konica Minolta Sensing 公司,北京)测定叶绿素含量,测定部位是玉米植株最大展开叶的中部,每小区随机选取 15 株母本进行测定。

**1.4.3 光合特性测定** 分别在玉米拔节期、抽雄期、乳熟期,选择天气晴朗的时候在 11:00 左右采用 LI-6800 型号的便携式光合仪测定玉米叶片光合速率(A)、蒸腾速率(E)、气孔导度(G<sub>s</sub>)和胞间隙 CO<sub>2</sub> 浓度(C<sub>i</sub>)。每小区随机选取具有代表性的 10 株母本植株进行测定,测定部位是玉米植株最大展开叶的中部。

**1.4.4 产量及其构成因素** 收获期每小区选取具有代表性的植株 15 株进行测产,在自然风干后考察百粒重、穗长、行粒数和小区产量。

**1.4.5 数据处理** 采用 SPSS 26.0 统计分析软件对数据进行差异显著性分析,并用 Excel 2010 绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施肥水平下制种玉米的农艺性状

**2.1.1 株高和茎粗** 不同施肥水平下制种玉米株高变化如图 1a 所示,各处理株高随生育期的进程推进而增加,株高的变化与施肥量呈正相关。在大喇叭口期、抽雄期和乳熟期 3 个生育时期中,3 个施肥水平处理的株高均高于不施有机肥对照(0kg/hm<sup>2</sup>),其中 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理在 3 个生育时期的株高分别为 0.811m、1.500m 和 1.530m,相比对照株高分别增加了 8.0%、9.5% 和 7.7%;1800kg/hm<sup>2</sup> 株高增加相对较低,分别为 0.772m、1.423m 和 1.444m,比对照分别提升了 6.7%、7.3% 和 7.3%。3 个生育时期,3 个施肥水平处理条件下株高与对照株高差异均达显著水平,但 3600kg/hm<sup>2</sup> 与 5400kg/hm<sup>2</sup> 两处理之间差异不显著。

由图 1b 可知,不同施肥量下,制种玉米的茎粗随生育期的延后呈现出不断增长趋势。在大喇叭口期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理茎粗最高,为 1.963cm,显著高于不施有机肥对照(0kg/hm<sup>2</sup>),相比对照提升了 2.5%;3600kg/hm<sup>2</sup> 处理茎粗相对较低,为 1.891cm,相比对照提升了 1.1%,但提升不显著;1800kg/hm<sup>2</sup> 处理和对照相比差异也不显著。在抽雄期 3 个施肥水平处理的玉米茎粗均高于对照,5400kg/hm<sup>2</sup> 处理提高显著。乳熟期 3 个施肥水平处理间差异显著,乳熟期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理茎粗最高,为 2.477cm,比同时期不施有机肥对照提升了 6.3%,提升显著;1800kg/hm<sup>2</sup>

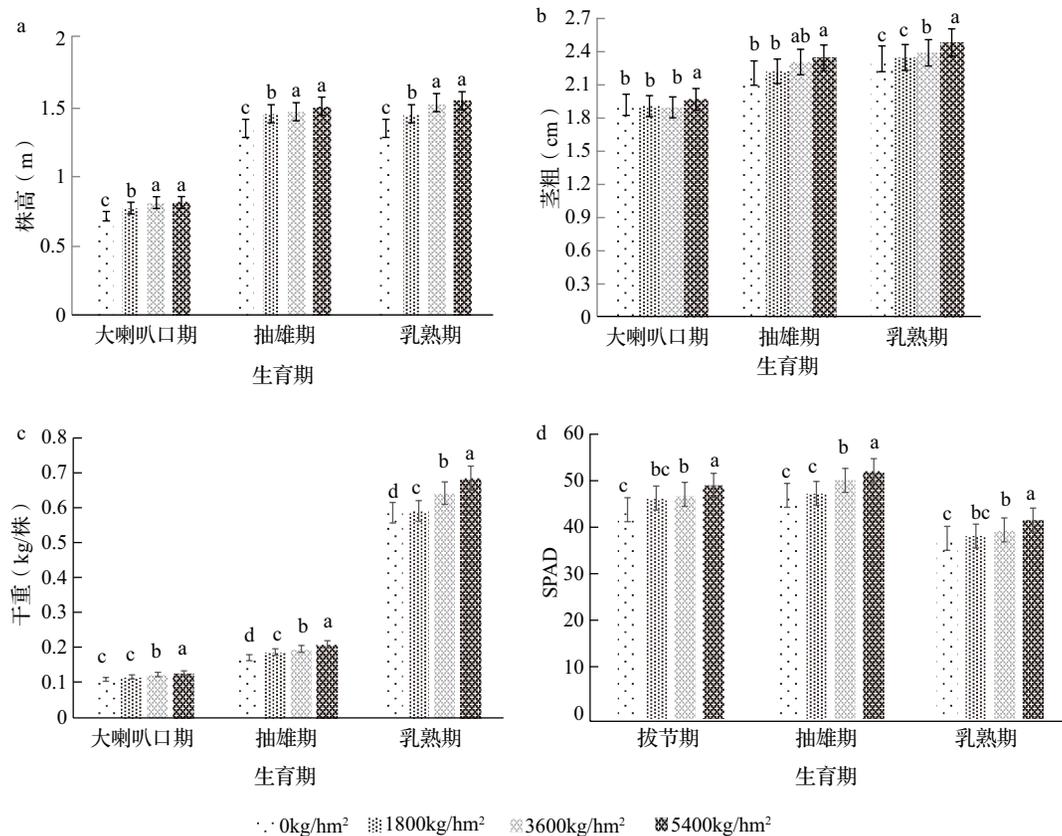
处理茎粗为 2.384cm, 相比对照提升相对较少, 为 2.5%, 未达到显著水平。由此可见, 玉米茎粗的变化与施肥量成正比。

**2.1.2 植株干重** 由图 1c 可知, 植株干重随生育期的延后呈现出不断增长趋势, 乳熟期达到最大值。在整个生育期, 玉米植株干重均表现为: 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 3600kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 0kg/hm<sup>2</sup> 处理(对照)。大喇叭口期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理干重为 0.129kg, 相比对照增加了 9.3%, 显著高于其他处理; 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理干重为 0.120kg, 相比对照增加了 1.7%, 增产不显著; 5400kg/hm<sup>2</sup>、3600kg/hm<sup>2</sup> 两个处理植株干重均显著高于对照。在抽雄期和乳熟期, 各处理间差异均显著, 其中以乳熟期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理干重最多, 为 0.661kg, 相比对照增加了 13.6%; 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理乳熟期干重为 0.597kg, 相比对照增加了 2.6%。由此可见, 玉米植株干重的变化与施肥量成正比。

**2.2 不同施肥水平下制种玉米的植株 SPAD 值** SPAD 值是反映叶绿素含量的指标之一, 与玉米植株光合作用强度有关。由图 1d 可见, 制种玉米叶

片 SPAD 值随生育期的推进呈现先升高后降低的趋势, 在抽雄期达到最高值。在 3 个生育时期中, 以抽雄期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理的 SPAD 值最高, 为 53.00, 相比对照增加了 12.8%, 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理的 SPAD 值相对较低, 相比对照增加了 1.7%。不同处理条件下玉米的 SPAD 值变化规律为 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 3600kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 0kg/hm<sup>2</sup> 处理(对照)。在整个生育期, 5400kg/hm<sup>2</sup>、3600kg/hm<sup>2</sup> 处理的 SPAD 值均显著高于对照, 且二者间差异显著; 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理与对照相比差异不显著。从试验结果来看, 施有机肥有利于叶绿素含量的提高。

**2.3 不同施肥水平下制种玉米的植株光合特性** 由表 1 可见, 制种玉米净光合速率随生育期进程推进呈现先升高后降低趋势, 在抽雄期达到最大值, 不同施肥量处理之间净光合速率变化规律为 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 3600kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理 > 0kg/hm<sup>2</sup> 处理(对照)。玉米抽雄期, 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理净光合速率最高, 为 41.00μmol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·s, 比对照提升了 25.0%, 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理的净光合速率相对较低, 为 34.52μmol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·s, 比对照提升了 5.2%。从试验



a: 株高; b: 茎粗; c: 干重; d: SPAD 值; 同时期不同处理之间不同小写字母表示 0.05 水平差异显著

图 1 不同施肥量对植株生长的影响

表1 不同施肥水平条件下制种玉米的光合特性

处理	生育期	净光合速率 ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )	气孔导度 ( $\text{mol H}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )	蒸腾速率 ( $\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )	胞间 $\text{CO}_2$ 浓度 ( $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )
0kg/hm <sup>2</sup> (CK)	拔节期	27.90 ± 0.12c	0.41 ± 0.04d	2.41 ± 0.12d	107.05 ± 1.43a
	抽雄期	32.81 ± 0.10d	0.85 ± 0.06d	10.32 ± 0.08c	248.20 ± 2.34a
	乳熟期	9.12 ± 0.16d	0.24 ± 0.02c	1.81 ± 0.06d	61.00 ± 1.23a
1800kg/hm <sup>2</sup>	拔节期	28.31 ± 0.08c	0.51 ± 0.08c	3.02 ± 0.04c	97.05 ± 1.12b
	抽雄期	34.52 ± 0.14c	0.89 ± 0.04c	10.44 ± 0.12c	241.07 ± 2.26b
	乳熟期	9.62 ± 0.18c	0.31 ± 0.02b	2.22 ± 0.14c	58.23 ± 1.20b
3600kg/hm <sup>2</sup>	拔节期	32.02 ± 0.22b	0.60 ± 0.02b	3.43 ± 0.08b	89.05 ± 2.39c
	抽雄期	36.51 ± 0.16b	0.93 ± 0.05b	12.45 ± 0.18b	231.12 ± 3.32c
	乳熟期	10.33 ± 0.18b	0.33 ± 0.04ab	2.72 ± 0.08b	55.10 ± 1.26c
5400kg/hm <sup>2</sup>	拔节期	33.00 ± 0.18a	0.65 ± 0.03a	3.84 ± 0.06a	85.06 ± 1.36c
	抽雄期	41.00 ± 0.22a	0.98 ± 0.06a	13.66 ± 0.15a	220.02 ± 2.12c
	乳熟期	10.73 ± 0.20a	0.36 ± 0.02a	3.21 ± 0.08a	52.05 ± 1.28d

同时期不同处理间的不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著,下同

结果来看,施有机肥有助于玉米净光合速率的提高。

制种玉米气孔导度随生育期的推进呈现先升高后降低趋势,在抽雄期达到最大值。在拔节期、抽雄期和乳熟期,3个施肥量处理与对照相比均具有显著差异,其中以抽雄期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理的气孔导度最大,为 0.98mol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s,相比对照提升了 15.3%,抽雄期 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理的气孔导度相对较小,为 0.89mol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s,相比对照提升了 4.7%。

制种玉米的蒸腾速率随生育期的推进呈现先升高后降低趋势,在抽雄期达到最大值。其中以抽雄期处理的蒸腾速率最高,5400kg/hm<sup>2</sup> 处理抽雄期蒸腾速率最高,为 13.66mmol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s,相比对照提升了 32.4%,以抽雄期 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理的蒸腾速率相对较低,为 10.44mmol H<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>·s,相比对照提升了 1.2%。在拔节期和乳熟期,各处理间差异均达显著水平;抽雄期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理、3600kg/hm<sup>2</sup> 处理与对照相比均有显著差异,3600kg/hm<sup>2</sup> 和 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理间有显著差异,1800kg/hm<sup>2</sup> 处理与对照相比差异不显著。

制种玉米的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度随生育期的推进呈现先升高后降低的趋势,在乳熟期达最小值。其中以乳熟期 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理的胞间 CO<sub>2</sub> 浓度最低,为 52.05 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,比对照降低了 14.7%,以乳熟期 1800kg/hm<sup>2</sup> 处理最高,为 58.23 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,比对照降低了 4.5%。在拔节期和抽雄期,3个施肥水平处理与对照相比均具有显著差异,3600kg/hm<sup>2</sup> 和 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理间无显著差异;乳熟期各处理间差异均达显著水平。

## 2.4 不同施肥水平下制种玉米的经济产量

### 2.4.1 穗长

由表2可知,3个施肥水平处理的玉米穗长分别为 16.50cm、17.30cm 和 17.40cm,穗长随施肥量增加呈现上升趋势,以 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理最长,相比对照增加了 7.2%。经统计分析,1800kg/hm<sup>2</sup> 处理与对照之间无显著差异,3600kg/hm<sup>2</sup> 和 5400kg/hm<sup>2</sup> 处理均较对照显著增加,但二者之间无显著差异。从试验结果来看,各处理均能提高玉米穗长。

### 2.4.2 行粒数

由表2可知,3个不同施肥水平处理的玉米行粒数分别为 34.80粒、35.90粒和 36.00

表2 不同施肥水平条件下制种玉米的经济产量

处理	穗长 (cm)	行粒数	百粒重 (g)	产量 (kg/hm <sup>2</sup> )
0kg/hm <sup>2</sup> (CK)	16.23 ± 0.14b	34.20 ± 0.12c	34.82 ± 0.02a	8829.01 ± 1.21c
1800kg/hm <sup>2</sup>	16.50 ± 0.10b	34.80 ± 0.18b	34.86 ± 0.04a	9383.04 ± 1.12b
3600kg/hm <sup>2</sup>	17.30 ± 0.16a	35.90 ± 0.10a	34.92 ± 0.03a	9843.11 ± 1.65a
5400kg/hm <sup>2</sup>	17.40 ± 0.08a	36.00 ± 0.06a	35.01 ± 0.02a	9900.36 ± 1.46a

粒,与对照相比分别增加了0.60粒、1.70粒和1.80粒。其中,5400kg/hm<sup>2</sup>处理的行粒数最多,相比对照增加了5.3%,1800kg/hm<sup>2</sup>处理的行粒数增加相对较少,相比对照增加了1.8%。统计分析结果表明,不同施肥水平处理行粒数均较对照显著增加,3600kg/hm<sup>2</sup>、5400kg/hm<sup>2</sup>处理效果最佳,且二者间差异不显著。

**2.4.3 百粒重** 由表2可知,3个不同施肥水平处理的玉米百粒重均高于对照,但各处理间均无显著差异。由此可知,千粒重为品种本身特性,不同施肥量虽可提高粒重,但对玉米粒重提高较小。

**2.4.4 产量** 由表2可知,3个不同施肥水平处理产量均显著高于对照,其中,5400kg/hm<sup>2</sup>处理产量最高,为9900.36kg/hm<sup>2</sup>,相比对照产量增加了12.1%;1800kg/hm<sup>2</sup>处理产量增加相对较少,为9383.04kg/hm<sup>2</sup>,比对照增加了6.3%;3600kg/hm<sup>2</sup>处理较对照增产11.5%,与5400kg/hm<sup>2</sup>处理无显著差异。说明施用有机肥有利于产量的提高。

### 3 结论与讨论

黄亚萍<sup>[6]</sup>研究表明,不同施肥水平下,随着有机肥用量的减少,茎粗、株高、净光合速率、叶绿素含量、干物质积累量逐渐降低。闫百莹<sup>[7]</sup>研究表明,深松结合施用有机肥,随施肥量的增加可显著提升玉米植株氮磷钾含量。本试验结果表明,施用农辉有机肥可显著提升玉米株高、茎粗和干物质含量,其中以施肥量5400kg/hm<sup>2</sup>处理的表现最好,分别比对照提升了7.7%、6.3%和13.6%。施用农辉有机肥能显著提高制种玉米叶绿素含量和光能利用率,其中5400kg/hm<sup>2</sup>处理的SPAD值比对照增加了12.8%,净光合速率提升了25.0%。本试验研究结果与前人研究结果相一致,制种玉米农艺性状表现与有机肥用量成正比。

温延臣等<sup>[8]</sup>研究表明,商品有机肥代替化肥可提高氮素利用率,提升土壤肥力,进而提升玉米产量。李鸣雷等<sup>[9]</sup>报道,在单株粒重、产量中,生物有机肥处理与不施肥处理的差异均显著,生物有机肥处理均高于不施肥处理。本试验结果表明,施用农辉有机肥可以促进制种玉米产量的增加。其中,5400kg/hm<sup>2</sup>处理玉米穗长比对照增加了7.2%,行粒数增加了5.3%,产量增加了12.1%,但5400kg/hm<sup>2</sup>与3600kg/hm<sup>2</sup>处理结果相近,差异不显著。

综上所述,从玉米农艺性状及经济产量综合分析,施肥量5400kg/hm<sup>2</sup>和3600kg/hm<sup>2</sup>的施肥效果较好,但两者之间差异不显著,考虑到施肥成本因素,建议在张掖市甘州区农辉有机肥的最佳施肥量采用3600kg/hm<sup>2</sup>。

### 参考文献

- [1] 张如龙,毕建龙,巴建文. 张掖城市湿地土壤盐渍化分布特征及成因浅析. 甘肃农业,2010(10): 19-20
- [2] 刘五喜,靳彩霞,柳琳. 秸秆还田对干旱区土壤理化性状及玉米产量的影响. 甘肃农业科技,2016(6): 58-60
- [3] 秦嘉海,景鹏成,马宗海. 有机生态肥对制种玉米田理化性质和吉祥一号玉米经济效益的影响. 中国种业,2015(4): 43-46
- [4] 徐士库,黄涛,霍二伟,彭澎,沈光辉,申关望,李慧龙. 豫南杂交水稻优质高产栽培新模式研究. 天津农业科学,2011,17(4): 52-54
- [5] 李国山,李春玲,张斌. 生物有机肥在玉米生产中的使用效果研究. 现代农业,2019(24): 97-3
- [6] 黄亚萍. 化肥减量对玉米间作大豆模式光特性和产量的影响. 杨凌:西北农林科技大学,2015
- [7] 闫百莹. 深松结合施用有机肥料对玉米产量与养分吸收的影响. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2020
- [8] 温延臣,张曰东,袁亮. 商品有机肥替代化肥对作物产量和土壤肥力的影响. 中国农业科学,2018,51(11): 2136-2142
- [9] 李鸣雷,谷洁,高华. 不同有机肥对大豆植株性状、品质和产量的影响. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(9): 67-72

(收稿日期:2023-06-10)

(上接第90页)

- [8] 栗丹,张静,鲁璐,李莉蓉,李竹林,吴瑜. 高产优质抗病小麦新品种川育20的丰产性、稳定性及适应性分析. 种子,2011,30(11): 84-88
- [9] 温振民,张永科. 用高稳系数法估算玉米杂交种高产稳产性的探讨. 作物学报,1994,20(4): 508-512
- [10] 程媛媛,林静,苏娟娟,肖铁娆,景东林. 小麦新品种邢麦13号丰产性、稳产性及适应性分析. 山东农业科学,2021,53(5): 153-156

- [11] 张斯梅,杨四军,顾克军,张恒敢,许博,陈涓. 小麦区域试验产量性状及其稳定性分析. 中国农学通报,2012,28(3): 172-176
- [12] 严威凯. 小麦不同株高基因型生产能力的初步研究. 陕西农业科学,1989(1): 17-20
- [13] 贺洁,孙少光,葛昌斌,宋丹阳,乔冀良,李锁平,苏亚蕊,廖平安. 不同小麦品种(系)茎秆纤维结构、生化组分与茎秆强度的关系. 华北农学报,2022,37(1): 68-76

(收稿日期:2023-06-04)