

# 滴灌条件下新型水溶肥对制种玉米 产量及效益的影响

崔云玲<sup>1,2</sup>, 张立勤<sup>1,2</sup>, 张志成<sup>3</sup>, 崔增团<sup>3</sup>

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业农村部  
甘肃耕地保育与农业环境科学观测实验站, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省  
耕地质量建设保护总站, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:** 为了促进新型水溶肥的推广应用, 以制种玉米 LY263 为指示作物, 在河西绿洲灌区研究了新型水溶肥料、普通肥料和普通水溶肥对制种玉米产量及经济效益的影响。结果表明, 在化肥用量较普通肥料减少 26.2% 的条件下, 施用新型水溶肥系列产品玉米高效专用水溶肥 I 型 168~240 kg/hm<sup>2</sup>+ II 型 336~480 kg/hm<sup>2</sup>+ III 型 105~150 kg/hm<sup>2</sup> (70%~100% 新型水溶肥), 较常规施肥模式制种玉米增产 0.5%~7.1%, 纯收益增加 1470.3~2 647.2 元/hm<sup>2</sup>; 较普通水溶肥模式增产 0.7%~8.8%, 纯收益增加 1 979.6~3 156.5 元/hm<sup>2</sup>。与普通水溶肥模式相比, 施用 80% 新型水溶肥和 100% 新型水溶肥可实现制种玉米显著增产, 70% 新型水溶肥可确保制种玉米不减产, 均可在河西灌区应用。

**关键词:** 滴灌水肥一体化; 制种玉米; 新型水溶肥; 产量; 效益

**中图分类号:** S513; S147 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2022)03-0235-05

**doi:** 10.3969/j.issn.2097-2172.2022.03.010

## Effects of New Water-soluble Fertilizer on Yield and Economic Benefit of Seed Corn under Drip Fertigation

CUI Yunling<sup>1,2</sup>, ZHANG Liqin<sup>1,2</sup>, ZHANG Zhicheng<sup>3</sup>, CUI Zengtuan<sup>2</sup>

(1. Institute of Soil, Fertilizer and Water Saving, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Farmland Conservation and Agricultural Environment Science Observation and Experiment Station, the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. General Station of Gansu Cultivated Land Quality Construction and Protection, Lanzhou Gansu 730020, China)

**Abstract:** To promote the utilization of water-soluble fertilizers, using seed corn LY263 as the material, effects of using new water-soluble fertilizer, chemical fertilizer and traditional water-soluble fertilizer on yield and economic return of seed corn in the Hexi Oasis irrigation district were studied. Results showed that when 26.2% of less chemical fertilizer was used, high-efficiency special water-soluble fertilizer I for corn of 168 to 240 kg/ha plus II of 336 to 480 kg/ha plus III of 105 to 150 kg/ha (70% to 100% new water-soluble fertilizer) showed an increase in yield of 0.5% to 7.1% compared with that of the conventional fertilization mode, which delivered an increase in net income of 1 470.3 to 2 647.2 RMB/ha, it also showed on increase in yield of 0.7% to 8.8%, compared with that of the traditional water-soluble fertilizer mode, which delivered an increase in net income of 1 979.6 to 3 156.5 RMB/ha. Compared with the traditional water-soluble fertilizer, 80% of new water-soluble fertilizer and 100% of new water-soluble fertilizer could achieve the significant increase in yield while 70% of new water-soluble fertilizer could maintain the yield with no significant reduction, which could all be applied in the Hexi Oasis irrigation district.

**Key words:** Drip fertigation; Seed corn; New water-soluble fertilizer; Yield; Economic benefit

随着水肥一体化技术的大面积推广应用和肥料行业的快速发展, 以水溶性肥料为代表的新型肥料备受关注, 在农业生产中的用量日益增加, 已逐渐替代传统化肥, 成为农业生产中主要施用

的肥料之一<sup>[1-3]</sup>。相关研究表明, 施用大量元素水溶肥可促进制种玉米的生长发育, 改善玉米植株性状, 促进玉米早抽雄散粉, 提高结实率, 增强玉米光合性能, 增加光合产物的积累, 且吐丝期下层

收稿日期: 2022-08-23; 修订日期: 2022-10-30

基金项目: “十三五”国家重点研发计划课题(2016YFD0200404)。

作者简介: 崔云玲(1972—), 女, 甘肃永靖人, 副研究员, 主要从事植物营养与土壤肥料方面的研究工作。Email: tf-scyl@163.com。

根系生长优势明显,增产增收效果显著<sup>[4-13]</sup>。前人的研究多集中在水溶肥用量及不同品牌水溶肥对作物产量、经济效益影响等方面,而水肥一体化条件下新型水溶肥减量对玉米生长、产量及效益影响的研究少见文献报道。我们针对河西绿洲灌区水肥一体化技术在制种玉米生产应用中存在的水肥脱节、施肥方式方法不合理,以及常见水溶肥价格偏高、养分比例固定,施用后容易引起养分比例失衡,导致连作障碍频发、病虫害加剧等问题<sup>[14-15]</sup>,以河西走廊灌区制种玉米为研究对象,在膜下滴灌条件下,通过研究不同施肥模式对制种玉米产量、性状和经济效益的影响,将自主研发的新型高效水溶肥与普通肥料和普通水溶肥进行肥效比较并分析其减肥效应,评价不同施肥模式及新型水溶肥的减肥潜力,为河西绿洲灌区制种玉米产业可持续发展和水肥一体化技术应用提供支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验设在位于武威市凉州区的甘肃省农业科学院武威绿洲农业试验站。试验区位于 37° 43' N, 102° 35' E, 属温带大陆性干旱气候区。海拔 1 465 m, 年均气温 7.7 °C, 日照时数 3 023 h,  $\geq 10$  °C 有效积温为 3 016 °C, 年太阳辐射总量 140 ~ 158 kJ/cm<sup>2</sup>, 年均降水量 200 mm, 蒸发量 2 021 mm, 无霜期 150 d, 属典型的绿洲灌溉农业区。供试土壤类型为灌漠土, 质地中壤, 土壤肥力水平中等。耕层土壤含有机质 12.32 g/kg、碱解氮 65.3 mg/kg、有效磷 25.6 mg/kg、速效钾 156.0 mg/kg, pH 8.16。

### 1.2 供试材料

供试肥料制种玉米高效专用水溶肥 I 型(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 32-16-3)、制种玉米高效专用水溶肥 II 型(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 36-15-4)、制种玉米高效专用水溶肥 III 型(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 33-7-12)均由甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所研制并提供。普通水溶肥(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 为 15-15-15)由甘肃星硕生物科技有限公司提供。尿素(N 46%), 甘肃刘家峡化工集团有限责任公司生产; 磷酸二铵(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 18-46), 云南云天化股份有限公司生产; 磷酸一铵(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 为 11-53), 嘉施利(宣城)

化肥有限公司生产; 氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 为 60%), 青海盐湖钾肥股份有限公司生产。指示制种玉米品种为 LY263, 由甘肃五谷种业股份有限公司提供。

### 1.3 试验方法

试验共设 6 个处理, 处理 A, 不施肥, 空白对照(CK); 处理 B, 施普通肥料, 即施磷酸二铵 391 kg/hm<sup>2</sup>、尿素 825 kg/hm<sup>2</sup>; 处理 C, 施 100% 新型水溶肥, 即玉米高效专用水溶肥 I 型 240 kg/hm<sup>2</sup>+ 玉米高效专用水溶肥 II 型 480 kg/hm<sup>2</sup>+ 玉米高效专用水溶肥 III 型 150 kg/hm<sup>2</sup>(较处理 B 化肥用量减少 26.2%, 与处理 F 纯养分总量等同, 但对养分比例进行优化); 处理 D, 施 80% 新型水溶肥, 即玉米高效专用水溶肥 I 型 192 kg/hm<sup>2</sup>+ 玉米高效专用水溶肥 II 型 384 kg/hm<sup>2</sup>+ 玉米高效专用水溶肥 III 型 120 kg/hm<sup>2</sup>(较处理 B 化肥用量减少 20% 的纯养分总量); 处理 E, 施 70% 新型水溶肥, 即玉米高效专用水溶肥 I 型 168 kg/hm<sup>2</sup>+ 玉米高效专用水溶肥 II 型 336 kg/hm<sup>2</sup>+ 玉米高效专用水溶肥 III 型 105 kg/hm<sup>2</sup>(较处理 B 化肥用量减少 30% 的纯养分总量); 处理 F, 施普通水溶肥, 即施尿素 520.5 kg/hm<sup>2</sup>、水溶肥 300 kg/hm<sup>2</sup>、磷酸一铵 141.5 kg/hm<sup>2</sup>。随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 72 m<sup>2</sup> (4.8 m × 15.0 m)。种植密度约 9.18 万株/hm<sup>2</sup>。灌溉水源为井水, 全生育期滴水 9 次, 灌水定额 3 450 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。除普通肥料处理外, 其他各处理肥料均通过滴灌系统施入, 各处理滴施肥料分配比例及滴肥时间相同。普通肥料处理中, 全部磷酸二铵及 30% 的尿素基施, 70% 的尿素分别在拔节期和抽雄期各 35% 用追肥枪按株施入。其他施肥处理的肥料分 7 次结合滴水施入, 其中制种玉米生长前期(出苗期至喇叭口期)滴施 2 次, 中期(喇叭口期至抽雄吐丝期)滴施 3 次, 后期(抽雄吐丝期至灌浆中期)滴施 2 次。其他管理同大田。

### 1.4 指标测定方法

成熟期分小区取 20 株母本植株, 测定穗位高、穗长、穗粗、穗粒数、秃顶长、百粒重等经济性状; 每小区选取中间 4 行收获, 自然晒干后脱粒计产。

### 1.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 2013 软件进行数据处理,

采用 DPS 7.5 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 各处理对制种玉米经济性状的影响

由表 1 可见, 施肥后制种玉米的经济性状均较 CK 明显改善, 且差异达显著水平 ( $P < 0.05$ )。100%新型水溶肥、80%新型水溶肥处理(优化新型水溶肥处理减量 20%以内)制种玉米的穗长、穗粗、穗粒数、百粒重均高于普通肥料处理。100%新型水溶肥处理各经济性状均表现最优, 其次是 80%新型水溶肥处理, 以上 2 个处理的穗粒数和百粒重均增加明显, 与普通肥料处理相比穗粒数增加 8~20 粒, 百粒重增加 0.70~1.75 g; 与等养分量的普通水溶肥处理相比穗粒数增加 13~25 粒, 百粒重增加 0.26~1.31 g。70%新型水溶肥处理各经济性状与普通肥料和普通水溶肥处理基本相当。

方差分析可知, 穗长、穗粗、百粒重各施肥处理均与 CK 差异显著, 各施肥处理间差异不显著。穗位高 100%新型水溶肥处理与其他处理间达差异显著水平, 其余各施肥处理间均差异不显著。秃顶长普通肥料处理和 CK 差异不显著, 均与各水溶肥处理间差异显著。穗粒数 100%新型水溶肥处理与其他各施肥处理间均达差异显著水平, 80%新型水溶肥处理与 70%新型水溶肥处理、普通肥料处理间差异不显著, 与其他各施肥处理间达差异显著水平。对于高需肥型作物玉米而言, 高肥有利于经济性状的改善, 随着减肥力度的增加, 制种玉米的综合经济性状总体上变差, 但除对穗位高和穗粒数影响较大外, 其他性状间差异均不显著。可见, 不同施肥方式、肥料配比和用量主要影响的是制种玉米的穗位高和穗粒数, 进而影响其产量。

表 1 不同施肥处理的制种玉米经济性状

处理	穗位高 /cm	穗长 /cm	穗粗 /cm	秃顶长 /cm	穗粒数 /粒	百粒重 /g
CK	77.7±1.0 c	10.7±0.7 b	4.65±0.10 c	1.36±0.43 a	273±5.4 d	31.90±0.70 b
普通肥料	79.2±1.2 b	12.1±1.1 a	5.20±0.11 b	1.24±0.41 a	313±7.0 bc	35.79±1.61 a
100%新型水溶肥	81.6±1.1 a	12.8±0.3 a	5.27±0.06 b	0.74±0.04 b	333±1.0 a	37.54±0.48 a
80%新型水溶肥	79.4±1.4 b	12.2±0.3 a	5.30±0.08 b	1.10±0.23 b	321±4.3 b	36.49±0.61 a
70%新型水溶肥	76.9±0.7 b	12.1±0.2 a	5.16±0.13 b	1.14±0.08 b	315±9.0 bc	36.53±1.18 a
普通水溶肥	79.1±0.9 b	12.3±0.3 a	5.19±0.03 b	0.89±0.10 b	308±3.3 c	36.23±1.02 a

### 2.2 各处理对制种玉米产量的影响

由表 2 可看出, 施肥可显著增加制种玉米产量 ( $P < 0.05$ )。各施肥处理的制种玉米产量为 6 364.7~6 926.4 kg/hm<sup>2</sup>, 较 CK 增产 1 723.8~2 285.5 kg/hm<sup>2</sup>, 增幅 37.1%~49.2%。100%新型水溶肥、80%新型水溶肥处理(优化新型水溶肥处理减量 20%以内)较普通肥料处理分别增产 456.5、243.5 kg/hm<sup>2</sup>, 增幅分别为 7.1%、3.8%; 较普通水溶肥处理分别增产 561.7、348.7 kg/hm<sup>2</sup>, 增幅分别为 8.8%、5.5%。70%新型水溶肥处理(优化新型水溶肥处理减量 30%)的产量与普通肥料和普通水溶肥相当。优化施肥量后用新型水溶肥替代普通肥料和普通水溶肥对制种玉米的生长均有一定的促进作用, 表现为随着肥料减量程度的增加制种玉米的产量呈持续降低趋势。与 100%新型水溶肥处理相比, 优化新型水溶肥处理减量 20%时产量差异不显著, 减量 30%时达差异显著水平, 但与普通肥料处理和普通水溶肥处理间差异未达显著水平。由此可见, 与普通水溶肥相比, 优化新型水溶肥在减量不超过 20%时可实现制种玉米增产增收、减量 30%时可确保制种玉米不减产。

表 2 不同施肥处理的制种玉米产量

处理	折合产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率/%		
		CK	普通肥料	普通水溶肥
CK	4 640.9±122.1 d			
普通肥料	6 469.9±217.3 c	39.4		
100%新型水溶肥	6 926.4±123.5 a	49.2	7.1	8.8
80%新型水溶肥	6 713.4±181.8 ab	44.7	3.8	5.5
70%新型水溶肥	6 501.5±83.5 c	40.1	0.5	2.1
普通水溶肥	6 364.7±135.9 c	37.1	-1.6	

### 2.3 各处理对制种玉米经济效益的影响

在商品价格相同的条件下, 产值与产量呈正

相关关系，因此产值的表现结果与产量是一致的，纯收益的高低由产值和成本投入确定。由表 3 可看出，各施肥处理产值为 35 642.3 ~ 38 787.8 kg/hm<sup>2</sup>，较 CK 增加 9 653.3 ~ 12 798.8 kg/hm<sup>2</sup>，各处理产值由高到低依次为 100%新型水溶肥 > 80%新型水溶肥 > 普通肥料 > 70%新型水溶肥 > 普通水溶肥 > CK，普通水溶肥、70%新型水溶肥和普通肥料处理的产值相当。5 个施肥处理中肥料投入由高到低依次为普通肥料、普通水溶肥、100%新型水溶肥、80%新型水溶肥、70%新型水溶肥。总投入与肥料投入表现相同，新型水溶肥处理均较普通肥料处理投入减少 90.8 ~ 1 293.3 元 /hm<sup>2</sup>。除去肥料、种子、地膜、农药、灌水费用等纯收益为 21 152.4 ~ 22 329.3 元 /hm<sup>2</sup>，较普通肥料处理增加 1 470.3 ~ 2 647.2 元 /hm<sup>2</sup>，较普通水溶肥处理增加 1 979.6 ~ 3 156.5 元 /hm<sup>2</sup>。水溶肥处理的产投比均高于普通肥料处理，产投比由高到低依次为 80%新型水溶肥 > 70%新型水溶肥 > 100%新型水溶肥 > 普通肥料 > 普通水溶肥 > CK。

### 3 讨论与结论

优化平衡施肥对制种玉米生长、产量和效益影响显著。李龙等<sup>[16]</sup>研究表明，氮磷钾配方施肥能显著促进玉米生长，提高玉米产量，提升经济效益。王勇等<sup>[17]</sup>的试验结果表明，中量化肥(N<sub>375</sub>P<sub>150</sub>K<sub>150</sub>)足以使制种玉米产量水平发挥到最大，高量化肥(N<sub>525</sub>P<sub>225</sub>K<sub>225</sub>)投入增效不明显。秦润玲<sup>[18]</sup>研究发现，制种玉米田氮磷肥最佳施用量为 N 300 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 90 kg/hm<sup>2</sup>，较农民施肥节氮 42.8%、节磷 50%。孙宁科等<sup>[19]</sup>研究表明，较农户施肥化学氮肥减量 16.6% ~ 33.3%后实施秸秆还田或增施有机肥，制种玉米产量均有不同程度增加，适宜

的化肥用量为 N 300 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 150 kg/hm<sup>2</sup>。以上研究说明合理施肥仍然是当前农业生产中获得较高产量的关键措施，而兼顾化学肥料施用的产量效应、经济效益和环境安全是实现绿色增效的前提。在当前玉米生产中，通过优化施肥、滴灌水肥一体化、水溶性肥料等措施改进水肥管理，仍可在保障产量的同时减少化肥投入。

本研究结果显示，传统施肥量及施肥方式方法仍有较大的改进提升空间，改 30%尿素及全部磷酸二铵基施，70%尿素分 2 次追施的传统施肥模式为总养分减量后氮磷钾优化的水肥一体化模式，在确保制种玉米 LY263 产量不降低的前提下实现节肥增效，提高肥料利用效率，用新型水溶肥料替代普通水溶肥，可在优化肥料原料基础上继续减少 30%的肥料投入量，仍然可确保制种玉米的稳产高效。在本试验土壤养分含量和传统施肥量(630 kg/hm<sup>2</sup>)基础上，化肥减量 26.2%并进行优化施肥处理(465 kg/hm<sup>2</sup>)较传统施肥管理仍有一定的增产效果。优化新型水溶肥在减量 20%以内时制种玉米综合农艺性状及产量均优于普通肥料和普通水溶肥处理，减量 30%时与普通肥料和普通水溶肥处理相当。也就是说普通水溶肥在较普通肥料减少施肥量 26.2%、新型水溶肥在较普通肥料减量 48.1%时仍可保持制种玉米平产，这与沈建国等<sup>[20]</sup>、李小波等<sup>[21]</sup>和刘虎成等<sup>[22]</sup>研究结果相同。本试验表明，在化肥用量较普通肥料减少 26.2%的条件下，施用新型水溶肥系列产品玉米高效专用水溶肥 I 型 168 ~ 240 kg/hm<sup>2</sup>+ II 型 336 ~ 480 kg/hm<sup>2</sup>+ III 型 105 ~ 150 kg/hm<sup>2</sup> (70% ~ 100%新型水溶肥)较常规施肥模式制种玉米增产

表 3 不同施肥处理的制种玉米经济效益分析

处理	产值 <sup>①</sup> /(元/hm <sup>2</sup> )	投入/(元/hm <sup>2</sup> ) <sup>②</sup>			纯收益 /(元/hm <sup>2</sup> )	产投比
		肥料	其他	总计		
CK	25 989.0	0	12 450	12 450.0	13 539.0	2.09
普通肥料	36 231.4	4 099.3	12 450	16 549.3	19 682.1	2.19
100%新型水溶肥	38 787.8	4 008.5	12 450	16 458.5	22 329.3	2.36
80%新型水溶肥	37 595.0	3 206.8	12 450	15 656.8	21 938.2	2.40
70%新型水溶肥	36 408.4	2 806.0	12 450	15 256.0	21 152.4	2.39
普通水溶肥	35 642.3	4 019.5	12 450	16 469.5	19 172.8	2.16

①制种玉米单价为 5.6 元/kg。②肥料价格为尿素 3.0 元/kg、磷酸二铵 4.15 元/kg、磷酸一铵 4.65 元/kg、氯化钾 4.88 元/kg、普通水溶肥 6.00 元/kg，玉米专用水溶肥均价 4.55 元/kg；其他投入指种子、地膜、农药、灌水等合计投入。

0.5%~7.1%, 纯收益增加 1 470.3~2 647.2 元/hm<sup>2</sup>; 较普通水溶肥模式增产 0.7%~8.8%、纯收益增加 1 979.8~3 156.5 元/hm<sup>2</sup>。与普通水溶肥模式相比, 施用 80%新型水溶肥和 100%新型水溶肥可实现制种玉米显著增产, 70%新型水溶肥可确保制种玉米不减产, 均可在河西灌区推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 周 鹂, 鲁剑巍, 李小坤, 等. 我国大量元素水溶肥料产业发展现状[J]. 现代化工, 2013(4): 32-33.
- [2] 陈 清, 周 爽. 我国水溶性肥料产业发展的机遇与挑战[J]. 磷肥与复肥, 2014, 29(6): 20-24.
- [3] 金 波. 水溶肥发展现状和存在问题的研究[J]. 盐科学与化工, 2020, 49(11): 1-2; 7.
- [4] 白 静, 缪纯庆, 王托和, 等. 河西走廊玉米膜下“9812”水肥一体化滴灌技术[J]. 甘肃农业科技, 2022, 53(1): 42-45.
- [5] 李文伟. 大量元素水溶肥在制种玉米上的肥效试验报告[J]. 农业科技与信息, 2020(6): 5-6; 10.
- [6] 李吉军, 师伟杰. 制种玉米膜下滴灌水肥一体化模式下不同水溶肥筛选试验总结[J]. 农艺农技, 2019(5): 22-23.
- [7] 田金平, 娜孜古丽·托合塔尔, 葛国庆. 玉米膜下滴灌水肥一体化水溶肥筛选试验探究[J]. 世界热带农业信息, 2021(10): 21-22.
- [8] 闫治斌, 闫富海, 马明帮, 等. 水肥一体化模式下多元水溶肥对制种玉米性状和效益的影响[J]. 作物科学, 2022(6): 1-4.
- [9] 张 琦, 徐贺威, 刘翠玲, 等. 奈安微蜜水溶肥在玉米上的施用效果试验[J]. 农业科技通讯, 2021(5): 60-62.
- [10] 李莹莹, 张东旭, 王宏辉, 等. 喷施宝水溶肥对科尔沁区玉米光合特性及产量的影响[J]. 现代农村科技, 2022(5): 63-64.
- [11] 李莹莹, 张东旭, 王宏辉, 等. 喷施宝水溶肥对科尔沁区玉米产量与根系特性的影响[J]. 现代农村科技, 2021(6): 76.
- [12] 崔云玲, 张立勤, 车宗贤, 等. 不同滴灌水溶肥在番茄上的肥效研究[J]. 甘肃农业科技, 2020(4): 7-10.
- [13] 杨君林, 冯守疆, 车宗贤, 等. 大量元素水溶肥对河西绿洲灌区玉米经济性状及产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2019(12): 18-20.
- [14] 张居正. 临泽县制种玉米生产存在的问题及对策[J]. 农业科技与信息, 2020(20): 80-81; 85.
- [15] 王炳贤, 杨晓宏. 河西走廊制种玉米氮素适宜用量及施肥时期试验[J]. 农业科技与信息, 2015(13): 32-33; 35.
- [16] 李 龙, 肖 让, 张永玲. 氮磷钾配施对制种玉米产量及经济效益的影响[J]. 作物杂志, 2022(5): 111-117.
- [17] 王 勇, 索东让, 孙宁科. 制种玉米需肥规律的研究[J]. 农学学报, 2012, 2(8): 37-43.
- [18] 秦润玲. 甘肃河西走廊地区制种玉米减量施肥技术试验[J]. 农业科技与信息, 2014(17): 50-53.
- [19] 孙宁科, 赵建华, 孙建好, 等. 河西灌区制种玉米化肥减量技术对制种产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2021(2): 193-198.
- [20] 沈建国, 王 忠, 李 丹, 等. 减量施肥后不同水肥一体化模式对春大棚辣椒产量和效益的影响[J]. 中国蔬菜, 2020(1): 63-67.
- [21] 李小波, 刘晓津, 赖玉嫦, 等. 安康“薯-稻-稻”轮作模式下双季稻施肥减量研究[J]. 热带作物学报, 2016, 37(10): 1877-1881.
- [22] 刘虎成, 徐 坤, 张永征, 等. 滴灌施肥技术对生姜产量及水肥利用率的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(S1): 106-111.