

盐碱地原位工程化根治技术在盐碱地春小麦上的应用效果

史中兴¹, 闫立泰¹, 刘斌^{1, 2}, 何巨峰¹, 寇燕燕¹

(1. 甘肃省景泰川电力提灌管理局, 甘肃 景泰 730400; 2. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃兰州 730070)

摘要: 为明确盐碱地原位工程化根治技术对盐碱地的治理效果, 在大田条件下以春小麦品种宁春 39 号为试材, 研究了凹晶材料不同铺设量(45 t/hm²、30 t/hm²)对盐碱地土壤养分和春小麦物候期和生育期、农艺性状和产量的影响。结果表明, 铺设凹晶材料的 2 个处理对照不铺设凹晶材料的脱盐率为 18.5%~34.6%, 土壤 pH 降低 0.31~0.34, 可提高土壤的有机质、碱解氮、全磷、有效磷含量, 利于土壤养分的改善和培肥地力。盐碱地原位工程化根治技术使盐碱地春小麦的分蘖期、拔节期、抽穗期和成熟期均提前, 全生育期天数缩短 7~10 d, 并随凹晶材料铺设量的增加, 效果越显著, 可显著提高盐碱地春小麦的株高、穗长、穗粒数、成穗数和千粒重, 铺设凹晶材料的 2 个处理穗粒数较对照不铺设凹晶材料分别增长 30.9%、14.4%, 成穗数较对照不铺设凹晶材料分别提高 13.9%、10.2%, 千粒重较对照不铺设凹晶材料分别提高 20.4%、21.8%, 较对照不铺设凹晶材料增产 1 600.0、1 155.6 kg/hm², 增产率分别达到 68.1%、49.2%。

关键词: 盐碱地原位工程化根治技术; 盐碱地; 春小麦; 凹晶材料; 景电灌区

中图分类号: S156.4; S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)09-0049-06

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.09.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.09.012)

Study on the Effect of the Saline Land Situ Engineering Radical Resection Technology of Spring Wheat in Saline

SHI Zhongxing¹, YAN Litai¹, LIU Bin^{1,2}, HE Jufeng¹, KOU Yanyan¹

(1. Gansu Jingtaichuang Irrigation Management Beaura, Jingtai Gansu 730400, China; 2. College of Horticultural, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to clear the regulation effect of the saline land situ engineering radical resection technology in saline, using wheat cultivar Ningchun 39 as a test material under field conditions, to study the influence on the soil nutrient and phenophase and growth period and genomic characters and yield of wheat by the different quantity of concave crystal materials (45 t/hm² and 30 t/hm²) of the saline land situ engineering radical resection technology. The results showed that the desalination rate of the two treatments for laying concave materials was 18.5% ~ 34.6% compared with that for laying non-concave materials, and the soil pH is reduced by 0.31 ~ 0.34, which can improve soil organic matter and available nitrogen and total phosphorus and available phosphorus, and is beneficial to improve soil nutrient and fertility. The saline land situ engineering radical resection technology advances the tillering stage and jointing stage and heading stage and maturity stages of the wheat, and the whole growth period is shortened by 7 ~ 10 days. With the increase of the quantity of concave crystal materials, the effect

收稿日期: 2019-07-10

基金项目: 甘肃省水利重点科研计划项目“景电灌区盐碱地原位工程化根治技术研究与应用”(甘水科外发[2018]70号)。

作者简介: 史中兴(1967—), 男, 河南辉县人, 高级工程师, 博士, 主要从事水利工程建设管理与灌区土壤改良研究工作。联系电话: (0)15009432950。Email: 347582892@qq.com。

通信作者: 刘斌(1989—), 男, 甘肃景泰人, 硕士研究生, 主要从事作物栽培生理生态和技术研究工作。Email: liubin3626570@163.com。

is more significant. The plant height and ear length and grains per spike and ear number and 1000-grain weight of wheat could be significantly increased by the technology. Compared with the control, the grains per spike increased by 30.9% and 14.4%, the ear number increased by 3.3% and 13.9% and the 1000-grain weight increased by 20.4% and 21.8%, the yield gain reached 1 156.1 kg/hm² to 1 600.8 kg/hm², and the increasing rate of 49.2% to 68.1%.

Key words: Saline land in situ engineering radical resection technology; Saline land; Spring wheat; Concave crystal material; Jingdian irrigation area

随着对农业生产的现代化开发, 土壤问题日益突出, 主要表现为土壤紧实与硬化、侵蚀、盐碱化、酸化、化学污染、营养元素失衡、有机质流失和动植物区系的退化等^[1]。其中最为突出的问题就是土壤盐碱化和次生盐碱化, 是我国面临的一个重要难题, 已严重制约着我国农业和土地生产力的发展^[2]。土壤盐碱化是指土壤底层或地下水的盐分通过毛细作用不断向土壤表层聚积, 水分蒸发以后, 使盐分留在上层土壤中而形成盐渍土的自然地质过程^[3]。据统计, 我国有 17 个省、市、自治区分布着盐碱地, 主要分布于西北、华北、东北和沿海地区。

景电灌区地处腾格里沙漠向黄土高原的过渡地带, 是我国黄河中上游重要的高扬程灌溉农业区, 属典型的荒漠区, 自然环境先天脆弱, 灌区内土壤属于荒漠灰钙土, 含盐量高^[4]。景电工程自建成运行 50 多年来, 由于大量灌溉水的渗入, 地下水原有的状态被改变, 在灌区地形较低地区造成地下水位不断抬升、土壤盐分表聚, 形成了严重的次生盐渍化。目前景电灌区土地盐碱化面积有 1.80 万 hm², 占水地面积的 42%; 中重度盐碱化面积有 1.09 万 hm², 弃耕撂荒地 0.43 万 hm²。盐碱化问题以景电一期、景电二期和五佛灌区为主。目前, 用于盐碱地土壤改良的方法较多, 包括水利改良^[5-6]、农业技术改良^[7-8]、生物改良^[9-10]、化学改良等^[11-12]。这些方法在短期内对盐碱的治理有较为明显的效果, 但随着时间的推移, 土体深层中可溶性盐类, 通过毛细管现象, 重新在土壤表面积累, 造成土

壤次生盐碱化。

盐碱地原位工程化根治技术即针对盐碱地和盐碱化成因, 利用优势特色资源凹凸棒石创制了以盐碱阻隔材料为主体的环境友好材料, 利用其“透气不透水”的生态效应, 彻底解决了盐碱地复杂成因中的关键因素, 切断土壤毛细管, 对土表水分上行起到阻隔作用, 抑制地下水中可溶性盐类通过毛细管现象在土壤表面积聚, 同时又保持了土地生态系统的“活性”状态, 并同地表下渗水阻隔材料、超标盐碱吸附材料、改造后土地“熟化”和“肥化”等材料, 采用先进的盐碱地改造与盐碱化土地修复功能性材料和土壤修复联合技术, 对盐碱地进行改良。因此, 我们针对景电灌区土壤的盐碱化和次生盐碱化, 以春小麦品种宁春 39 号为试验材料, 研究了盐碱地原位工程化根治技术, 在盐碱地春小麦生长发育和生产情况的应用效果, 以期改善和解决景电灌区土壤盐碱化和次生盐碱化问题提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于白银市景泰县芦阳镇城北墩村(37.23° N、103.08° E)。该区属于温带干旱大陆性气候, 年均气温为 8.6 °C, ≥10 °C 年有效积温 3 038 °C, 无霜期 120 d 左右, 年日照时数 2 723.9 h; 年平均降水量 180 mm, 约 60% 的降水集中在 7—9 月份, 年潜在蒸发量 3 038 mm; 风沙日数较多, 平均风速 2.0 ~ 3.1 m/s, 瞬时最大风速可达 21.7 m/s。试验地为黏壤性土壤, 土地平整、排灌方便, 前茬为玉米。盐碱类型为硫酸

盐蓬松盐碱。

1.2 供试材料

供试材料凹晶材料、阻隔材料、凹晶地力恢复剂和改良剂，均由甘肃靖远凹晶矿业开发有限公司生产并提供。指示春小麦品种为当地主栽品种宁春 39 号。供试机械为 2BF-6 型春小麦宽幅精量播种机。

1.3 试验设计与处理

试验共设 3 个处理，处理 1 为凹晶材料 45 t/hm² 一次性铺设，处理 2 为凹晶材料 30 t/hm² 一次性铺设，处理 3 为以不铺设凹晶材料(CK)。随机区组试验设计，3 次重复，小区面积为 36 m²(6 m × 6 m)，小区间距 0.5 m。春小麦于 2018 年 3 月 20 日播种，播量为 510 kg/hm²，生育期内共灌 4 次水，播后田间管理与当地管理水平相同，于 8 月 2 日收获。收获前各小区取 2 m × 2 m 样方实测产量，各小区随机取样 20 株考种。

1.4 测定指标与方法

田间记载春小麦播种期、出苗期、分蘖期、拔节期、抽穗期、成熟期和生育期。

成穗数调查：每小区对角线方向选代表样点 2 点，每点 3 行，行长 50 cm，调查面积为 0.6 m²，每样点的起始点距小区边界 60 cm。

春小麦成熟时，各小区取 2 m × 2 m 样方，对样方进行产量实测。同时在各小区随机取样 20 株进行考种，调查春春小麦的株高、穗长、有效穗数，穗粒重、千粒重和各小区的实际产量。

土壤 pH、全盐量和养分含量的测定均采用 5 点取样方法。于春小麦收获后，去除采样点处的表土，用土钻垂直插入土壤中，深度 20 cm，每份 500 g。将土样的较大颗粒碾碎，然后将每个小区 5 点的土样混均，用四分法留取每块砂地土样 500 g 作为检验样，送至甘肃省农业科学院农业测试中心测定。

土壤 pH 采用电极法，用 pHS-25 型酸度计测定；有机质采用重铬酸钾硫酸氧化—外加热法测定；全盐量采用电导率法，

用 DDS-12A 数显电导率仪测定；全氮采用凯氏定氮法，采用 Kjeltec8200 半自动定氮仪测定；碱解氮采用碱解扩散法，用 28YX-500 型电热恒温培养箱测定；全磷采用碱熔—钼锑抗比色法，用 Cary50 紫外可见分光光度计测定；速效磷采用碳酸氢钠提取—钼锑抗比色法，用 Cary50 紫外可见分光光度计测定；全钾采用碱熔—火焰光度法，用 Sherwood M410 火焰光度计测定；速效钾采用乙酸铵提取—火焰光度法，用 Sherwood M410 火焰光度计测定^[13-14]。

1.5 盐碱原位工程化技术实施工艺

1.5.1 材料铺设 于 2017 年 6 月将试验地 50 ~ 70 cm 土壤开挖，将下层基础及侧壁进行整平处理，处理后用压路机进行夯实。将凹晶缓冲材料均匀铺设于夯实后的基础之上，用小型压路机进行碾平处理，铺设量按试验设计进行。用铺设机械将阻隔材料均匀铺设于凹晶材料上，铺设厚度为 3 cm，铺设完成后用小型压路机进行碾平处理，铺设量为 225 t/hm²。于阻隔层上铺设细沙和上层细颗粒土壤作为保护层，厚度为 10 cm，然后将上层土壤回填。

1.5.2 上层土壤盐分清除和土壤地力恢复 上层土壤盐分清除采用灌水洗盐的方式，每次用水量 2 250 m³/hm²，共洗盐 4 次，周期为 7 d，每次灌水前采用旋耕机械搅拌处理。上层土壤盐分清除后，利用凹晶地力恢复剂进行土壤地力恢复。将地力恢复剂颗粒均匀撒于土壤表面，使用量为 3 750 kg/hm²，后用旋耕机械进行耕作，恢复期为 6 个月。土壤地力恢复期结束后进行作物种植。

1.6 数据处理与分析

采用 SPSS19.0 软件进行数据统计分析，采用新复极差法(Duncan)比较不同处理间的差异显著性，采用 Excel 2007 软件制图。

2 结果与分析

2.1 不同处理对土壤理化性状的影响

从表 1 可以看出，盐碱原位工程化技

术使盐碱地土壤的全盐量和 pH 明显降低。其中处理 1 和处理 2 土壤全盐量较 CK 分别降低 4.50、2.00 g/kg, 脱盐率分别为 34.6%、18.5%, pH 分别降低 0.31、0.34。通过对春小麦收获后的耕作层土样测定, 处理 1 的有机质含量比 CK 高 3.05 g/kg, 处理 2 较 CK 低 1.69 g/kg。全氮和全钾含量基本无差异, 处理 1 和处理 2 的碱解氮含量分别高 5.2 mg/kg、6.0 mg/kg, 速效钾含量均低于 CK。处理 1 和处理 2 的全磷含量较 CK 分别高 0.06 g/kg、0.11g/kg, 处理 2 有效磷含量较 CK 高 24.2 mg/kg, 而处理 1 较 CK 则低 14.27 mg/kg。表明盐碱原位工程化技术可以降低盐碱地土壤的全盐量和 pH, 利于土壤养分的改善和培肥地力。

2.2 不同处理对春小麦物候期和生育期的影响

从表 2 可以看出, 盐碱原位工程化技术使盐碱地春小麦的各物候期分别提前, 全生育期天数缩短, 提前成熟。不同处理下, 盐碱地春小麦的生育期以 CK 最长, 为 124 d, 处理 1 和处理 2 较 CK 分别提前了 10 d 和 7 d。从春小麦物候期的生育进程看,

差异主要表现在分蘖期、拔节期、抽穗期和成熟期, 处理 1 和处理 2 较 CK 均提前。处理 1 和处理 2 较 CK 提前 4 d 到达分蘖期。至拔节期, 处理 1 和处理 2 较 CK 分别提前 5 d 和 4 d。处理 1 和处理 2 较 CK 均提前 3 d 到达抽穗期; 对成熟期影响最大, 较 CK 分别提前 10 d 和 7 d。表明盐碱原位工程化技术可以缩短盐碱地春小麦的全生育期, 使各物候期提前。

2.3 不同处理对春小麦农艺性状的影响

从表 3 可以看出, 盐碱原位工程化技术可以显著提高盐碱地春小麦的株高、穗长、穗粒数和千粒重, 差异显著($P<0.05$)。随着凹晶材料铺设量的增加, 各性状均呈现优化的趋势, 但对单株分蘖数和穗粒重无显著影响。不同处理下, 处理 1 和处理 2 的株高和穗长显著高于 CK, 但处理之间差异不显著。穗粒数方面, 处理 1 的最高, 为 31.8 粒; 处理 2 其次, 均显著高于 CK, 较 CK 分别增长 30.9%和 14.4%, 处理 1 和处理 2 之间差异显著。处理 1、处理 2 的成穗数(535.6万穗 /hm²)均显著高于 CK, 分别较 CK 提高 13.9%、10.2%。处理 1 和处理 2 春

表 1 不同处理土壤的养分和全盐量

处理	pH	有机质 /(g/kg)	全盐量 /(g/kg)	全氮 /(g/kg)	碱解氮 /(mg/kg)	全磷 /(g/kg)	有效磷 /(mg/kg)	全钾 /(g/kg)	速效钾 /(mg/kg)
1	8.17	12.90	8.50	0.54	25.20	0.75	9.03	18.20	295.00
2	8.14	8.160	10.60	0.53	26.00	0.81	47.50	18.20	373.00
CK	8.48	9.850	13.00	0.54	20.00	0.69	23.30	18.00	376.00

表 2 不同处理春小麦的物候期和生育期

处理	物候期(日/月)						生育期 /d
	播种期	出苗期	分蘖期	拔节期	抽穗期	成熟期	
1	20/3	10/4	21/4	21/5	13/6	23/7	114
2	20/3	12/4	21/4	22/5	13/6	26/7	117
CK	20/3	12/4	25/4	26/5	16/6	2/8	124

表 3 不同处理春小麦的农艺性状^①

处理	株高 /cm	穗长 /cm	穗粒数 /粒	单株分蘖数 /个	成穗数 /(万穗 /hm ²)	穗粒重 /g	千粒重 /g
1	76 a	7.4 a	31.8 a	0.4 a	535.6 a	0.8 a	34.3 a
2	71 a	6.8 a	27.8 b	0.4 a	518.3 b	0.8 a	34.7 a
CK	62 b	5.8 b	24.3 c	0.3 a	470.2 b	0.6 a	28.5 b

①表中同列数字后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$), 下表同。

小麦的千粒重均显著高于 CK, 处理 2 最高, 为 34.7 g, 较 CK 提高 21.8%; 处理 1 次之, 为 34.3 g, 较 CK 提高 20.4%。可见盐碱原位工程化技术可以显著提高盐碱地春小麦的株高、穗长、穗粒数和千粒重, 随着凹晶材料铺设量的增加, 对穗粒数和成穗数有显著影响。

2.4 不同处理对春小麦产量的影响

从表 4 可以看出, 盐碱原位工程化技术可以显著提高盐碱地春小麦的产量, 铺设凹晶材料处理的折合产量表现均明显高于 CK, 且随着凹晶材料铺设量的增加, 产量呈现增加的趋势。其中以处理 1 的折合产量最高, 为 3 950.0 kg/hm², 较对照增产 1 600.0 kg/hm², 增产率为 68.1%; 其次为处理 2, 折合产量为 3 505.6 g/hm², 较对照增产 1 155.6 kg/hm², 增产率为 49.2%。方差分析表明, 处理 1 与处理 2 差异显著, 与 CK 差异极显著; 处理 2 与 CK 差异极显著。可见盐碱原位工程化技术可以较大幅度地提高盐碱地春小麦产量。

表 4 不同处理春小麦的产量结果

处理	小区平均产量 /(kg/36 m ²)	折合产量 /(kg/hm ²)	较 CK 增产 /(kg/hm ²)	增产率 /%
1	14.22 a	3 950.0 aA	1 600.0	68.1
2	12.62 b	3 505.6 bAB	1 155.6	49.2
CK	8.46 c	2 350.0 cC		

3 小结与讨论

春小麦作为适度耐盐作物, 可在一定限度的盐碱条件下正常生长, 在盐碱土壤中研究春小麦栽培生产, 为进一步改善和开发利用盐碱土壤具有重要意义。一般在盐碱胁迫条件下, 春小麦进行抗盐反应需要消耗能量, 相应的对各项农艺性状会有负面影响^[15]。本次试验的研究结果表明, 经过盐碱原位工程化技术治理的盐碱地, 使盐碱地春小麦的分蘖期、拔节期、抽穗期和成熟期均提前, 全生育期天数缩短 7~10 d, 随着该技术核心材料凹晶材料铺设量的增加, 效果越显著, 可显著提高盐碱地

春小麦的株高、穗长、穗粒数和千粒重, 并随着凹晶材料铺设量的增加, 对穗粒数和成穗数有显著影响, 这与吴明昊等^[1]在水稻上的研究结果相同。盐碱原位工程化技术可以有效缩短春小麦的全生育期, 成熟期提前, 显著提高盐碱地春小麦的株高、穗长、穗粒数和千粒重农艺性状和产量, 不同凹晶材料铺设量对穗粒数和成穗数有显著影响。可显著提高盐碱地春小麦的产量, 凹晶材料 45 t/hm² 一次性铺设、凹晶材料 30 t/hm² 一次性铺设较对照不铺设凹晶材料的增产率分别为 1 155.6、1 600.0 kg/hm², 增产率分别达到 49.2%、68.1%, 增产显著。通过该技术在盐碱地的应用, 显著降低了盐碱地土壤的全盐量。凹晶材料 45 t/hm² 一次性铺设、凹晶材料 30 t/hm² 一次性铺设较对照不铺设凹晶材料的脱盐率分别为 34.6%、18.5%, pH 分别降低 0.31、0.34, 同时可以提高土壤的有机质、碱解氮、全磷、有效磷含量, 利于土壤养分的改善和培肥地力。

参考文献:

- [1] 吴明昊, 朱孔志, 杨世才, 等. 凹凸棒石土壤改良剂在盐碱地水稻上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2017(24): 15; 17.
- [2] 焦娟玉, 周成志. 磷石膏改良盐碱地资源化利用技术试验研究[J]. 农业开发与装备, 2018(8): 112-113.
- [3] 江娜. 盐碱地微环境改良剂的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2015.
- [4] 董志洋. 高扬程灌区土壤次生盐渍化成因及改良对策探讨[J]. 甘肃农业, 2018(10): 50-52.
- [5] 张亦冰, 高宗昌. 盐碱地治理中排水暗管间距和外包滤料应用分析[J]. 中国水土保持, 2018(9): 27-29; 66.
- [6] 王得水, 杜冰卉, 黄鹂. 新型排水材料治理盐碱地[J]. 中国花卉园艺, 2012(16): 40-41.
- [7] 李夕梅, 韩伟, 郭卫卫, 等. 有机肥与过磷酸钙混施对盐碱地冬小麦生长发育的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2018, 49(3):

20个紫花苜蓿品种在酒泉地区的适应性研究

李天银, 杨自权, 郭长辉, 史 堂, 潘玉鑫, 范引全, 韩 伟

(甘肃亚盛田园牧歌牧草科技研究院, 甘肃 酒泉 735000)

摘要: 为明确不同紫花苜蓿品种在甘肃酒泉地区的适应性, 于2014—2015年对20个紫花苜蓿品种的生育期、植株性状、产量等进行了研究。结果表明: 20个紫花苜蓿品种的生育期相同, 不同品种及相同品种不同茬株高不同, 品种间产量存在差异, 其中产量表现最好的分别是BR4010、阿迪娜、骑士T, 这3个品种较为适合在甘肃酒泉地区种植。

关键词: 甘肃酒泉; 紫花苜蓿; 品种; 适应性

中图分类号: S541.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)09-0054-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.09.013

紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是一种多年生优质豆科牧草, 是我国种植面积最大的豆科植物之一^[1], 其适应性强, 固氮能力强, 具有防风固沙、改良土壤、适口性好、产量高等特性, 素有“牧草之王”之美称^[2-6], 是我国西部地区人工种植牧草的首选。甘肃省紫花苜蓿留床面积位居全国第一, 2015年达到67.33万hm², 占全国紫花苜蓿种植面积的1/3, 在河西地区已形成了较明显的紫花苜蓿优势产业区^[7-8]。然而, 紫花苜蓿品种较多, 不同品种对环境的适应性有一定的

差异^[9], 因此, 筛选出综合性状优异适应于甘肃地区的紫花苜蓿品种对促进甘肃草牧业发展十分重要^[10-12]。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地位于甘肃省酒泉市金塔县西北部的生地湾农场, 地处河西走廊中段巴丹吉林沙漠边缘, 东部与金塔县西坝乡相邻, 西部和北部与戈壁荒漠相接, 南部与沙漠丘陵相连。当地海拔1223~1234m, 属典型的干旱荒漠气候, 年均降水量59.8mm, 年均蒸

收稿日期: 2019-05-27

基金项目: 甘肃省科技重大专项项目(1302NKDA020)部分内容。

作者简介: 李天银(1963—), 男, 甘肃临泽人, 高级农艺师, 主要从事牧草技术研究及推广工作。
联系电话: (0)13893716682。Email: tyng_ty@163.com。

331-336.

- [8] 陈环宇, 贾春青, 胡赵华, 等. 水肥耦合对黄河三角洲盐碱地小麦形态特征生理特性及产量的影响[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2017, 34(2): 107-115.
- [9] 史文娟, 杨军强, 马 媛. 旱区盐碱地盐生植物改良研究动态与分析[J]. 水资源与水工程学报, 2015, 26(5): 229-234.
- [10] 习丽丽. 浅谈盐碱地治理的方法[C]// 辽宁省水利学会: 水与水技术(第5辑). 北京: 中国水利水电出版社, 2015: 3.
- [11] 陶 宇, 杨桂林, 杜长禹, 等. 康平县盐碱耕地化学改良技术的研究[J]. 磷肥与复

肥, 2017, 32(1): 44-45.

- [12] 曾卫东, 蒲俊蓉, 李红梅, 等. 施地佳土壤调理剂在盐碱地小麦上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2016(12): 230.
- [13] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [14] 袁政祥, 王 伟. 基于GIS的凉州区耕层土壤主要养分时空变化研究[J]. 甘肃农业科技, 2013(4): 28-30.
- [15] 王秀芹, 徐媛婧, 高 杰, 等. 土壤盐碱度对小麦主要农艺性状和产量的影响[J]. 农业科技通讯, 2018(7): 123-128; 305.

(本文责编: 郑立龙)