

# 不同耕作方式对旱作区新修梯田土壤理化性质及马铃薯产量的影响

柳燕兰<sup>1,2</sup>, 雷康宁<sup>1,2</sup>, 马明生<sup>1,2</sup>, 李世成<sup>3</sup>, 侯慧芝<sup>1,2</sup>, 尹嘉德<sup>1,2</sup>,  
张建稳<sup>4</sup>, 杨富位<sup>5</sup>, 张建荣<sup>5</sup>

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省旱作区水资源  
高效利用重点实验室, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省农业技术推广总站,  
甘肃 兰州 730020; 4. 秦安县农业技术推广中心, 甘肃 秦安 741600;  
5. 静宁县农业技术推广中心, 甘肃 静宁 743400)

**摘要:** 为旱作区新修梯田土壤肥力和作物产量提升筛选适宜的耕作方式, 选取静宁试验点和秦安试验点 2 个区域的新修梯田作为试验点布设 3 a 定位试验, 研究普通旋耕、深松耕和立式深旋耕 3 种耕作方式对旱作区新修梯田土壤容重、有机质和碱解氮含量及马铃薯产量的影响。结果表明, 在静宁试验点和秦安试验点, 深松耕和立式深旋耕均不同程度降低了新修梯田挖方和填方部位的土壤容重, 立式深旋耕的降低效果更显著。与普通旋耕相比, 挖方部位 0~20、20~40 cm 土层立式深旋耕的土壤容重分别显著降低了 5.26%~6.72%、6.52%~7.25%; 填方部位的分别显著降低了 5.38%~6.11%、6.72%~7.46%。立式深旋耕较深松耕不同程度增加了静宁试验点和秦安试验点新修梯田挖方和填方部位的土壤有机质和碱解氮含量, 尤其对 10~20、20~40 cm 土层的效果更显著。挖方部位立式深旋耕的马铃薯产量较普通旋耕显著增加了 22.17%~24.28%, 填方部位显著增加了 20.49%~31.10%。因此, 立式深旋耕是适合旱作区新修梯田前期快速熟化培肥的高效耕作方式。

**关键词:** 旱作区; 新修梯田; 耕作方式; 土壤理化性质; 马铃薯产量

**中图分类号:** S532; S153

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-2172(2025)08-0707-06

**doi:** 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.08.004

## Effects of Different Tillage Practices on Soil Physical and Chemical Properties and Potato Yield of New Terraced Farmlands in Dry Farming Region

LIU Yanlan<sup>1,2</sup>, LEI Kangning<sup>1,2</sup>, MA Mingsheng<sup>1,2</sup>, LI Shicheng<sup>3</sup>, HOU Huizhi<sup>1,2</sup>, YIN Jiade<sup>1,2</sup>,  
ZHANG Jianwen<sup>4</sup>, YANG Fuwei<sup>5</sup>, ZHANG Jianrong<sup>5</sup>

(1. Institute of Dryland Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Key Laboratory of Efficient Utilization of Water Resources in Dryland Areas of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Gansu Agricultural Technology Extension Station, Lanzhou Gansu 730020, China; 4. Qin'an County Agricultural Technology Extension Centre, Qin'an Gansu 741600, China; 5. Jingning County Agricultural Technology Extension Centre, Jingning Gansu 743400, China)

**Abstract:** To select appropriate tillage methods for improving soil fertility and crop yield in newly terraced farmlands of dry farming areas, a 3-year fixed-site experiment was conducted in newly constructed terraces of Jingning and Qin'an. 3 tillage methods such as normal rotary tillage (TT), deep loosening (DLT), and vertical deep rotary (VRT) were compared to assess their effects on soil bulk density, organic matter, available nitrogen content, and potato yield. Results showed that both DLT and VRT reduced soil bulk density in the dug and filled sections of the terraces to varying degrees in Jingning and Qin'an, with VRT showing more significant reductions. Compared with TT, VRT reduced soil bulk density in the 0 to 20 cm and 20 to 40 cm layers of the dug

**收稿日期:** 2025-05-07

**基金项目:** 甘肃省重点研发计划(23YFNA0018); 甘肃省农业科学院区域协同创新专项(2025GAAS01); 甘肃省农业农村厅科技支撑计划(KJZC-2024-22); 中央引导地方科技发展资金项目(25ZYJA025)。

**作者简介:** 柳燕兰(1981—), 女, 甘肃民勤人, 副研究员, 硕士, 主要从事旱地农田土壤养分循环与培肥研究工作。  
Email: liuyanlan868@163.com。

**通信作者:** 马明生(1983—), 男, 甘肃兰州人, 副研究员, 硕士, 主要从事旱地作物高效农作制与生理栽培的研究工作。  
Email: mamingsh@163.com。

section by 5.26% to 6.72% and 6.52% to 7.25%, respectively, and in the filled section by 5.38% to 6.11% and 6.72% to 7.46%, respectively. VRT also increased soil organic matter and available nitrogen content in both dug and filled sections at both test sites, especially in the 10 to 20 cm and 20 to 40 cm layers. Potato yield under VRT increased by 22.17% to 24.28% in the dug section and 20.49% to 31.10% in the filled section compared with TT. Therefore, vertical deep rotary tillage is an efficient tillage method suitable for rapid early-stage conditioning and fertilization of new terraced farmlands in dry farming areas.

**Key words:** Dry farming area; New terraced farmland; Tillage method; Soil physical and chemical property; Potato yield

黄土高原旱作区是我国重要的农业产区，但其生态环境脆弱，水土流失严重，土壤肥力低下，制约着农业的可持续发展<sup>[1]</sup>。修建梯田是改善旱作区农业生产条件、防止水土流失的重要措施。然而，在机械化快速发展的背景下，梯田修建主要依赖大型机械，导致表层熟土不还原、生土裸露，引起土壤有机质含量偏低、养分瘠薄等问题；同时，大型机械反复碾压还破坏了土壤结构，进一步制约了农业的可持续发展。因此，提升新修梯田的土壤肥力已成为农业可持续发展亟待解决的关键问题。

耕作是改善土壤质量、培肥地力的重要技术措施之一<sup>[2]</sup>。不同的耕作方式对土壤的扰动强度不同，会对土壤的物理性质和养分含量产生不同影响<sup>[3-5]</sup>。如普通旋耕对表层土壤扰动剧烈，会显著降低表层土壤容重，加剧土壤有机碳矿化，长期旋耕导致深层土壤紧实<sup>[6]</sup>。相比之下，深松耕能够有效打破犁底层，降低深层土壤容重，增加土壤孔隙度，进而改善土壤的养分状况，提高作物产量<sup>[7-9]</sup>。因此，选择适宜的耕作方式对改善土壤物理性状、调节养分供应，促进作物的可持续生产具有重要的意义。近年来，旱作区新修梯田的施肥措施对土壤理化性状影响方面已有大量研究<sup>[10-12]</sup>，但忽略了耕作对新垦耕地培肥的重要性。因此，以旱作区新修梯田为研究对象，通过定位试验，在基施化肥的基础上，研究普通旋耕、深松耕和立式深旋耕作对新修梯田土壤容重、有机质和碱解氮含量及马铃薯产量的影响，筛选有助于新修梯田土壤快速培肥的耕作方式，旨在为旱作区新修梯田耕地质量和产能协同提升提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验地分别位于甘肃省平凉市静宁县甘沟镇（静宁试验点）和天水市秦安县王铺镇（秦安试验点）。其中，静宁县地处黄土高原丘陵沟壑区，属暖温带半湿润半干旱气候，年均气温 7.1 ℃，无霜期 159 d，年均日照时数 2 238 h，年均降水量 450 mm，年蒸发量 1 469 mm，降水夏季较多，冬春季节较少。秦安县地处黄土高原内陆，为典型的黄土梁、沟壑和河谷地形相互穿插分布，属大陆性半湿润季风气候，年均气温 10.4 ℃，无霜期 174 d，年均日照时数 2 208 h，年均降水量 470 mm，年均蒸发量 1 448 mm，降水多集中在 7—9 月，且多以暴雨形式出现。2 个试点试验地均于 2019 年采用大型机械修建，2020 年布置不同耕作方式的试验，供试土壤均为黄绵土。初始土壤 0~20 cm 耕层土壤理化性质见表 1。

### 1.2 供试材料

指试马铃薯品种为陇薯 10 号、陇薯 7 号，均由甘肃省农业科学院马铃薯研究所提供。

### 1.3 试验设计

在新修梯田挖方和填方部位分别设置普通旋耕 15 cm(TT)、深松耕 30 cm(DLT)和立式深旋耕作 40 cm (VRT)3 种耕作方式。随机区组排列，3 次重复，小区面积 56 m<sup>2</sup> (7 m × 8 m)。所有处理均施 N 180 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 120 kg/hm<sup>2</sup>，肥料作为基肥一次性施入。采用全膜覆盖垄沟种植<sup>[13]</sup>，播种密度为 45 000 株/hm<sup>2</sup>。静宁试点和秦安试点 2020、2021 年供试马铃薯品种均为陇薯 10 号，2022 年静宁试点供试马铃薯品种为陇薯 10

表 1 试验地 0~20 cm 耕层土壤理化性质

| 试验点 | 挖方部位           |                 |                 |                 | 填方部位           |                 |                 |                 |
|-----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|     | 有机质<br>/(g/kg) | 碱解氮<br>/(mg/kg) | 速效磷<br>/(mg/kg) | 速效钾<br>/(mg/kg) | 有机质<br>/(g/kg) | 碱解氮<br>/(mg/kg) | 速效磷<br>/(mg/kg) | 速效钾<br>/(mg/kg) |
| 静宁  | 3.83           | 13.64           | 4.15            | 132.81          | 4.56           | 16.35           | 6.05            | 161.25          |
| 秦安  | 5.52           | 20.26           | 2.31            | 109.11          | 6.46           | 24.24           | 3.51            | 98.22           |

号, 秦安试点为陇薯 7 号。其中, 静宁试点于 2020 年 4 月 25 日播种, 10 月 12 日收获; 2021 年 4 月 26 日播种, 10 月 8 日收获; 2022 年 4 月 24 日播种, 10 月 10 日收获。秦安试点于 2020 年 5 月 8 日播种, 10 月 11 日收获; 2021 年 5 月 6 日播种, 9 月 30 日收获; 2022 年 4 月 30 日播种, 9 月 30 日收获。各处理全生育期无灌溉, 除拔草外不进行其他田间管理。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 土壤容重 采用环刀法在每个小区多点挖剖面分层采集 0~20、20~40 cm 土层土壤样品, 测定土壤容重<sup>[10]</sup>。

1.4.2 土壤养分 2022 年马铃薯收获后, 各试验点在每个小区多点分层采集 0~10、10~20、20~40 cm 土层土壤样品, 多点混合制样, 风干后备用。采用重铬酸钾滴定法测定土壤有机质(SOM)含量<sup>[14]</sup>, 采用碱解扩散法测定土壤碱解氮(AN)含量<sup>[14]</sup>。

1.4.3 产量 马铃薯收获期按小区收获计产。

1.5 数据处理

采用 Microsoft Excel 2010 软件进行数据整理和作图, 采用 SPSS 17.0 软件进行统计分析, 利用 LSD 法进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同耕作方式对新修梯田土壤容重的影响

耕作方式影响新修梯田不同部位、不同土层的土壤容重(图1)。在静宁试点, 挖方和填方部位 0~20、20~40 cm 土层土壤容重均表现为 TT>DLT>VRT, 并且 VRT 的土壤容重显著低于 TT( $P<$

0.05), DLT 和 TT 间差异不显著。与 TT 相比, 0~20、20~40 cm 土层土壤容重挖方部位 VRT 分别显著降低了 6.72%、7.25%, DLT 分别降低了 4.48%、4.35%; 填方部位 VRT 分别显著降低了 6.11%、7.46%, DLT 分别降低了 3.82%、4.48%。在秦安试点, 挖方和填方部位 0~20、20~40 cm 土层土壤容重均表现出与静宁试点相同的趋势。其中, 与 TT 相比, 0~20、20~40 cm 土层土壤容重挖方部位上 VRT 分别显著降低了 5.26%、6.52%, DLT 分别降低了 3.01%、3.62%; 填方部位上 VRT 分别显著降低了 5.38%、6.72%, DLT 分别降低了 3.85%、5.22%。

2.2 不同耕作方式对新修梯田土壤有机质含量的影响

不同耕作方式对新修梯田土壤有机质(SOM)含量影响不同(图 2)。在静宁试点, 挖方和填方部位 0~10、10~20、20~40 cm 土层土壤有机质含量均表现为 VRT>DLT>TT。其中, 与 TT 相比, 挖方部位 0~10、10~20、20~40 cm 土层土壤有机质含量 VRT 分别显著增加了 5.61%、10.52%、24.39%; DLT 分别增加了 1.87%、2.08%、2.16%; 填方部位 0~10 cm 土层土壤有机质含量 VRT、DLT、TT 差异不显著; 10~20、20~40 cm 土层 VRT 土壤有机质含量较 TT 分别显著增加了 11.74%、21.36%; DLT 较 TT 分别增加了 0.54%、2.33%。在秦安试点, 除挖方部位 0~10 cm 土层外, 其他土层的土壤有机质含量均表现为 VRT>DLT>TT, 且 VRT 显著高于 DLT 和 TT( $P<$ 0.05)。其中, 与 TT 相比, 挖方部位 0~10 cm 土层 VRT

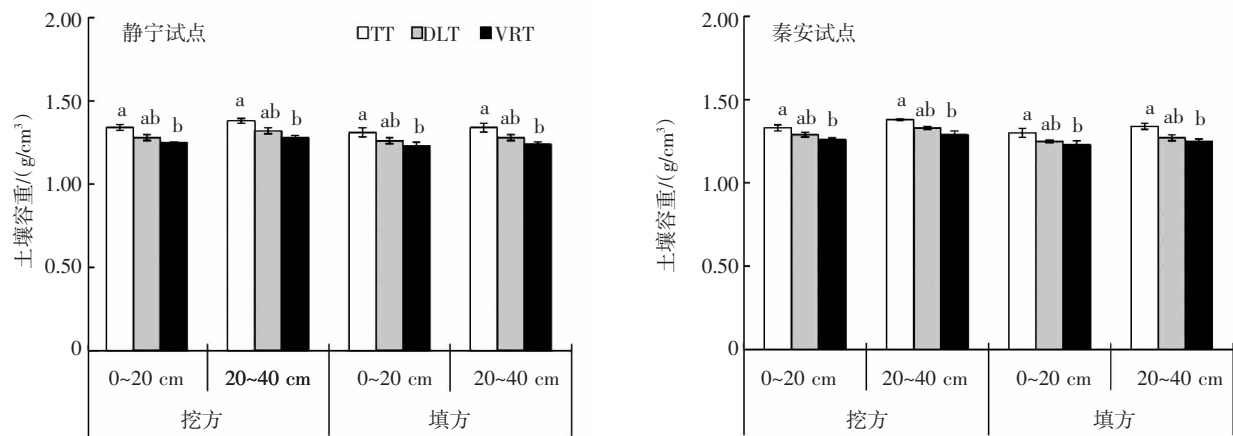


图 1 不同耕作方式对新修梯田土壤容重的影响

土壤有机质含量显著提高了 9.55%，而 DLT 显著降低了 4.06%；10~20、20~40 cm 土层 VRT 的土壤有机质含量分别显著提高了 19.19%、37.04%，DLT 分别提高了 0.69%、2.02%。与 TT 相比，填方部位 0~10、10~20、20~40 cm 土层 VRT 的土壤有机质含量分别显著提高了 11.58%、21.97%、24.60%；DLT 分别提高了 0.73%、3.77%、1.33%。

### 2.3 不同耕作方式对新修梯田土壤碱解氮含量的影响

不同耕作方式对不同试验区域、不同土层的土壤碱解氮(AN)含量影响不同(图 3)。在静宁试点，与 TT 相比，挖方部位 0~10、10~20 cm 土层 VRT 的土壤碱解氮含量分别增加了 6.55%、0.85%，DLT 分别降低了 1.59%、4.37%，但处理间差异不显著；20~40 cm 土层 VRT 显著增加了 46.75%，DLT 增加了 9.01%，差异不显著。填方部位 0~10 cm 土层上，VRT 的土壤碱解氮含量最高，较 TT 增加了 11.46%，DLT 次之，较 TT 增加

了 6.91%；10~20 cm 土层上，VRT 较 TT 显著增加了 20.62%，DLT 较 TT 显著增加了 10.53%；20~40 cm 土层上，与 TT 相比，VRT 增加了 17.93%，DLT 增加了 5.53%。

在秦安试点，不同耕作方式下不同土层的土壤碱解氮含量变化趋势与静宁试验基地不同(图 3)。0~10 cm 土层上，挖方部位 VRT、DLT 较 TT 的分别增加了 2.74%、0.67%，填方部位分别较 TT 增加了 8.09%、1.78%。10~20、20~40 cm 土层上，DLT 与 TT 间差异不显著，均显著低于 VRT。与 TT 相比，挖方部位 10~20 cm 土层上，VRT 的碱解氮含量显著增加了 11.57%，DLT 降低了 3.54%；20~40 cm 土层上，VRT 显著增加了 27.75%，DLT 增加了 5.36%。填方部位 10~20、20~40 cm 土层上，与 TT 相比，VRT 的碱解氮含量分别显著增加了 12.24%、26.16%；DLT 分别增加了 2.79%、3.62%。

### 2.4 不同耕作方式对新修梯田马铃薯产量的影响

不同耕作方式对新修梯田马铃薯产量的影响

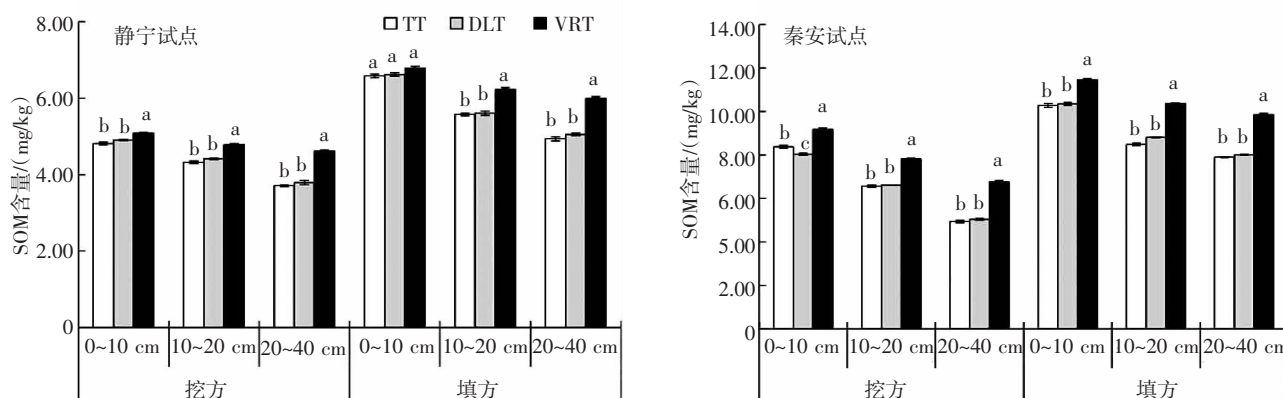


图 2 不同耕作方式对新修梯田土壤有机质含量的影响

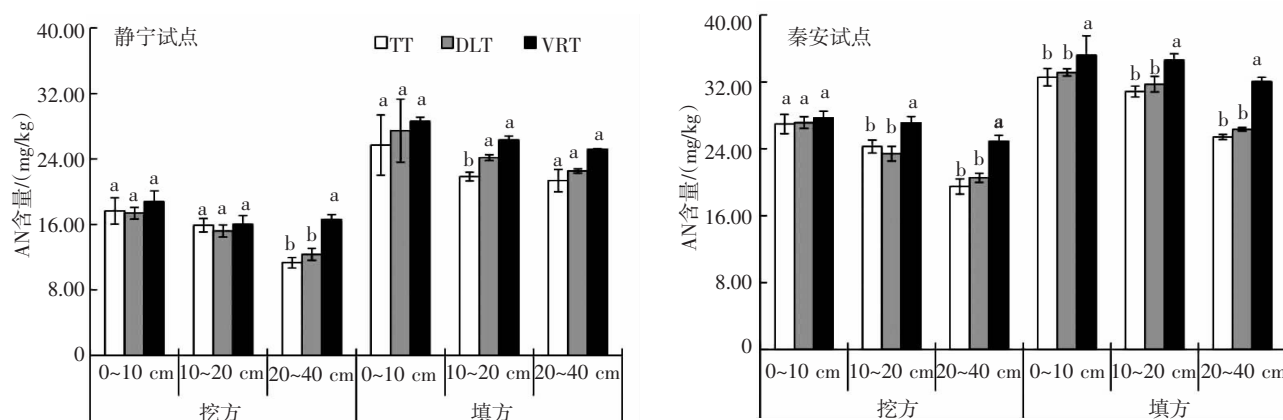


图 3 不同耕作方式对新修梯田土壤碱解氮含量的影响

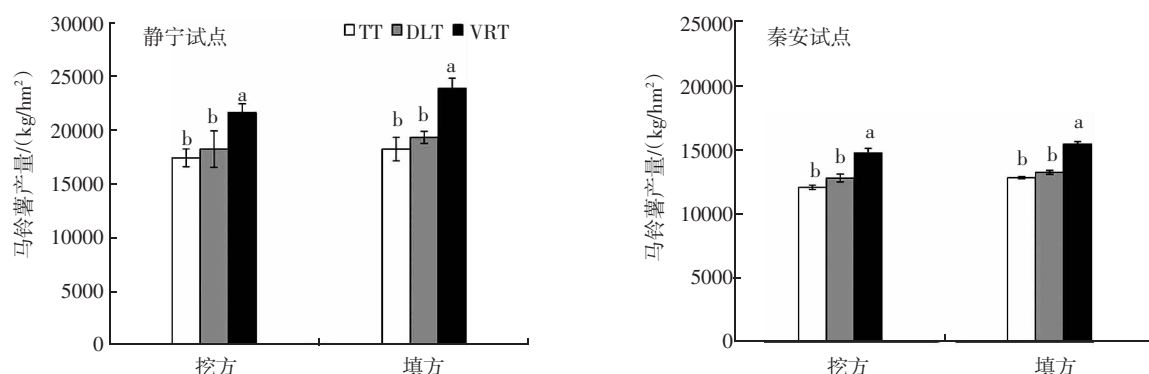


图4 不同耕作方式对新修梯田马铃薯产量的影响

不同(图4)。在静宁试点和秦安试点,挖方和填方部位不同耕作方式的马铃薯产量均表现为 VRT>DLT>TT。其中,静宁试点挖方和填方部位上,VRT 的产量分别为 21 525、23 755 kg/hm<sup>2</sup>,较 TT 分别显著增加了 24.28%、31.10%,较 DLT 分别显著增加了 18.76%、23.69%;DLT 的产量分别为 18 125、19 205 kg/hm<sup>2</sup>,较 TT 的分别增加了 4.65%、5.99%。在秦安试点,挖方部位上,VRT 的产量为 14 633 kg/hm<sup>2</sup>,较 TT 显著增加了 22.17%,较 DLT 显著增加了 15.33%;DLT 的产量为 12 688 kg/hm<sup>2</sup>,较 TT 增加了 5.93%。填方部位上,VRT 的产量为 15 314 kg/hm<sup>2</sup>,较 TT 显著增加了 20.49%,较 DLT 显著增加了 16.61%;DLT 的产量为 13 133 kg/hm<sup>2</sup>,较 TT 增加了 3.32%。

### 3 讨论与结论

不同的耕作方式对土壤的扰动和影响强度不同,进而对土壤物理特性的影响不一<sup>[15-16]</sup>。前人研究表明,深旋松、深松耕及深翻能够打破犁底层,较旋耕显著降低土壤容重<sup>[17-18]</sup>。课题组前期研究表明,立式深旋耕作相比深松耕和传统旋耕可降低 0~40 cm 土层的土壤容重<sup>[19]</sup>。本研究发现,在旱作区静宁、秦安新修梯田试验基地上,深松耕和立式深旋耕作较普通旋耕均不同程度地降低了新修梯田挖方和填方部位的土壤容重,且立式深旋耕作的改善效果更显著。与普通旋耕相比,立式深旋耕作挖方部位 0~20、20~40 cm 土层土壤容重分别显著降低了 5.26%~6.72%、6.52%~7.25%;填方部位的分别显著降低了 5.38%~6.11%、6.72%~7.46%。这主要是因为与普通旋耕和深松耕相比,立式深旋耕作深度可达 40 cm 左右,主要利用高速旋转的螺旋钻头将土壤粉碎,

在不改变土层垂直分布的情况下,不仅有效打破了犁底层,而且显著增加了土壤的通透性<sup>[19]</sup>,从而显著降低了新修梯田不同土层的土壤容重。而与普通旋耕相比,深松耕虽然也降低了 2 个试验基地新修梯田挖方和填方部位 0~20、20~40 cm 土层土壤容重,但差异不显著,这可能是由于深松耕虽然能够有效打破犁底层,但没有改变土壤的通透性<sup>[19]</sup>。

较好的土壤环境和养分有利于马铃薯的生长,进而显著提高马铃薯的产量<sup>[20]</sup>。本研究发现,立式深旋耕作较深松耕和普通旋耕均不同程度地增加了新修梯田挖方和填方部位的土壤有机质和碱解氮含量,尤其对下层的 10~20、20~40 cm 土层的养分增加效果更显著,表明立式深旋耕作其高速旋转的螺旋钻头更容易活化并释放养分,尤其是深层次的土壤养分,有利于作物吸收利用,这与前人的研究结果较一致<sup>[21-22]</sup>。由于立式深旋耕作有效地改善了新修梯田的土壤容重,显著增加了土壤有机质和碱解氮含量,尤其是显著活化了下层的土壤养分(10~20、20~40 cm 土层),使新修梯田上挖方部位的马铃薯产量较普通旋耕显著增加了 22.17%~24.28%,填方部位的显著增加了 20.49%~31.10%。

与普通旋耕相比,深松耕和立式深旋耕作均不同程度地降低了新修梯田挖方和填方部位的土壤容重,立式深旋耕作的降低效果更显著。并且,立式深旋耕作较普通旋耕和深松耕均不同程度地增加了新修梯田挖方和填方部位的土壤有机质和碱解氮含量,尤其对 10~20 cm 和 20~40 cm 土层的效果更显著,是适宜旱作区新修梯田前期快速培肥的高效耕作方式。

## 参考文献:

- [1] 张 玥, 郭学锋, 韩剑桥, 等. 黄土高原近 40 年梯田建设的土壤固碳效益初步估算[J]. 水土保持学报, 2024, 38(4): 190-197.
- [2] 李玉洁, 王 慧, 赵建宇, 等. 耕作方式对农业土壤理化因子和生物学特性的影响[J]. 应用生态学报, 2015, 226(3): 939-948.
- [3] 张向前, 杨文飞, 徐云姬. 中国主要耕作方式对旱地土壤结构及养分和微生态环境影响的研究综述[J]. 生态环境学报, 2019, 28(12): 2464-2472.
- [4] 陈学文, 张晓平, 梁爱珍, 等. 耕作方式对黑土硬度和容重的影响[J]. 应用生态学报, 2012, 23(2): 439-444.
- [5] 徐尚起, 崔思远, 陈 阜, 等. 耕作方式对稻田土壤有机碳组分含量及其分布的影响[J]. 农业环境科学学报, 2011, 30(1): 127-132.
- [6] ZHAO J H, LIU Z X, LAI H J, et al. Optimizing residue and tillage management practices to improve soil carbon sequestration in a wheat-peanut rotation system[J]. Journal of Environmental Management, 2022, 306: 114468.
- [7] 吕巨智, 程伟东, 钟昌松, 等. 不同耕作方式对土壤物理性状及玉米产量的影响[J]. 中国农学通报, 2014, 30(30): 38-43.
- [8] 吕 薇, 李 军, 岳志芳, 等. 轮耕对渭北旱塬麦田土壤有机质和全氮含量的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(16): 3186-3200.
- [9] 谢迎新, 靳海洋, 孟庆阳, 等. 深耕改善砂姜黑土理化性状提高小麦产量[J]. 农业工程学报, 2015, 31(10): 167-173.
- [10] 柳燕兰, 马明生, 李世成, 等. 施肥对旱作区新修梯田土壤理化性质及马铃薯产量的影响[J]. 寒旱农业科学, 2022, 1(2): 115-118.
- [11] 陈 娟, 郭 宁, 王艳平, 等. 有机肥对复垦新增耕地土壤综合肥力及麦玉周年产量的影响[J]. 华北农学报, 2024, 39(S1): 195-202.
- [12] 王 忠, 施鸿鑫, 楼 玲, 等. 不同培肥措施对新垦耕地红壤肥力和作物产量的影响[J]. 土壤通报, 2019, 50(6): 1378-1383.
- [13] 柳燕兰, 郭贤仕, 张绪成, 等. 密度和施肥对旱地马铃薯干物质积累、产量和水肥利用的影响[J]. 作物学报, 2021, 47(2): 320-331.
- [14] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [15] GATHALA M K, LADHA J K, SAHARAWAT Y S, et al. Effect of tillage and crop establishment methods on physical properties of a medium-textured soil under a seven-year rice-wheat rotation[J]. Soil Science Society of America Journal, 2011, 75(5): 1851-1862.
- [16] 何万春, 韩敬仁, 王红梅, 等. 陇中半干旱区不同耕作方式对马铃薯生长的影响[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(11): 1038-1041.
- [17] LIU X, ZHANG X, CHEN S, et al. Subsoil compaction and irrigation regimes affect the root-shoot relation and grain yield of winter wheat[J]. Agricultural Water Management, 2015, 154: 59-67.
- [18] 李 华, 冯焕成, 任天志, 等. 深旋松耕作法对东北棕壤物理性状及春玉米生长的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(3): 647-656.
- [19] 张绪成, 马一凡, 于显枫, 等. 立式深旋松耕对西北半干旱区土壤水分性状及马铃薯产量的影响[J]. 草业学报, 2018, 27(12): 156-165.
- [20] 赵欣楠, 杨君林, 谢丽华, 等. 生物炭基肥对马铃薯产量和品质的影响[J]. 寒旱农业科学, 2025, 4(3): 272-277.
- [21] 韦本辉, 甘秀芹, 申章佑, 等. 粉垄栽培甘蔗试验增产效果[J]. 中国农业科学, 2011, 44(21): 4544-4550.
- [22] 何润兵, 李传友, 王明武. 深松对土壤理化性质和冬小麦生长特性的影响[J]. 中国农机化学报, 2014, 35(2): 119-122.