

不同种植密度和施肥水平对旱作区秸秆覆盖马铃薯生长及产量的影响

李效文, 王友生

(定西市农业技术推广站, 甘肃 定西 743000)

[关键词] 马铃薯; 施肥量; 种植密度; 秸秆覆盖; 农艺性状; 产量

[摘要] 为了掌握不同施肥量和种植密度对旱作区秸秆覆盖马铃薯农艺性状及产量的影响, 分别在高肥(900 kg/hm²)、中肥(750 kg/hm²)、低肥(600 kg/hm²)3种施肥水平下进行了2种植植密度(40 500株/hm²和49 500株/hm²)试验, 对其主要生长指标和产量进行了测定。结果表明: 不同施肥量对旱作区秸秆覆盖马铃薯的农艺性状、产量及商品薯率的影响均达到显著水平, 在高肥水平下, 马铃薯的单株结薯数量、大中薯数量、大中薯质量、产量及商品薯率均达到最大值, 49 500株/hm²种植密度下产量达29 577.63 kg/hm²、商品薯率达到80.6%; 不同种植密度除在低肥水平下对马铃薯的单株结薯质量和大中薯质量的影响达显著水平外, 对其他各项指标及产量的影响不显著; 施肥量和种植密度的组合对马铃薯的农艺性状和产量影响也不显著。综合来看, 900 kg/hm²的施肥量与49 500株/hm²的种植密度为该区秸秆覆盖马铃薯种植的最佳组合。

[中图分类号] S532.048 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2018)03-0043-04

素有“中国马铃薯之乡”的甘肃省定西市既是马铃薯优质主产区, 又是全国马铃薯三大生产基地之一, 具有发展马铃薯的独特自然优势^[1-2]。随着马铃薯主粮化战略的提出, 定西市马铃薯产业迎来了前所未有的机遇和挑战, 成为推动经济发展的产业, 在全市农业生产中占有举足轻重的地位。通过当地政府和群众10多年的努力, 定西市马铃薯种植面积已多年稳定在20万hm²以上, 年产量达500万t左右^[3]。但是, 在我国马铃薯生产过程中, 普遍存在不合理施用氮、磷、钾肥, 以及施肥时期、施肥方法、栽培方式不当等问题, 导致种植成本偏高、土壤养分失衡、土壤严重盐碱化等, 这严重制约了马铃薯的高产、优质、高效生产及其产业的可持续发展^[4-6], 也成为定西市马铃薯生产面临的最大问题。诸多研究表明, 马铃薯生产受施肥量、品种、生态环境和栽培措施等因素的影响^[7], 即使在同一种植区域, 不同种植密度对不同品种马铃薯的影响也不一样^[8-9], 因此平衡氮、磷、钾等施肥量及种植密度之间的关系, 进一步促进马铃薯对养分的吸收, 提高氮、磷、钾肥的养分利用率及产量, 将成为定西市马铃薯产业发展的重要节本增效措施。为此, 我们结合当前生产实际, 在定西旱作区进行田间种植密度和施肥量试验, 以进一步掌握马铃薯的施肥量、适宜密度及群

体结构变化, 为定西市旱作区秸秆覆盖马铃薯的种植密度、肥料合理搭配以及高产高效栽培提供依据。

1 试验区概况

试验设在甘肃省定西市安定区内官镇董家湾村的旱作梯田, 平均海拔2 320.8 m。该区域属典型的半干旱雨养农业区, 年平均降水量460 mm, 且年内分布不均, 年平均气温5.2℃, 无霜期135 d, 农作物属于一年一熟区。试验地土壤类型为黄绵土, 土壤质地疏松、肥力中等, 前茬作物为玉米。0~20 cm耕层有机质含量为9.98 g/kg, 全氮、全磷、全钾含量分别为0.73、0.60、6.5 g/kg, 碱解氮、有效磷、速效钾含量分别为68、16.8、189 mg/kg, pH值为7.6。

2 试验材料与方法

2.1 供试材料

试验用马铃薯良种为青薯9号, 由甘肃定西百泉马铃薯有限公司提供; 试验用复合肥为史丹利三安复合肥料(N:P₂O₅:K₂O=18:8:18), 由山东史丹利化肥股份有限公司提供。各处理基础肥料施用腐熟好的农家肥, 在覆膜前结合整地一次性撒施, 用量45 000 kg/hm²。

2.2 试验方法

2.2.1 处理方法

本试验设2个因素, 分别为复合肥施用量和种植

密度。复合肥施用量设低肥(L)、中肥(M)、高肥(H)3个水平,分别为600、750、900 kg/hm²,在覆盖秸秆前开沟将肥料施于沟内,开沟深度为15~20 cm;种植密度结合当地实际情况分为40 500和49 500株/hm²。试验采取随机区组设计,设6个处理,每个处理3个重复,共18个小区,小区面积43.2 m²(4.8 m×9.0 m),详见表1。试验于2016年4月29日统一旋耕、施肥,采用玉米秸秆带状覆盖种植方式进行种植,小区间距30 cm,保护行50 cm。10月12日收获。试验期间调查记载各处理马铃薯生育期的地上生长指标,成熟期每个小区取样15株考种,并按小区单收实测产量。

表1 试验设计

| 处理编号 | 施肥水平 | 施肥量(kg/hm ²) | 种植密度(株/hm ²) |
|------|-------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 低肥(L) | 600 | 40 500 |
| 2 | 低肥(L) | 600 | 49 500 |
| 3 | 中肥(M) | 750 | 40 500 |
| 4 | 中肥(M) | 750 | 49 500 |
| 5 | 高肥(H) | 900 | 40 500 |
| 6 | 高肥(H) | 900 | 49 500 |

2.2.2 测定项目及方法

在马铃薯盛花期分别测定株高、茎粗、主茎数量、叶面积指数,每个小区随机选取15株进行测定,然后取平均值,叶面积指数采用剪纸称重法测定。

单株结薯数量:成熟期每个小区挖取15株,数块茎数量。

单株薯质量:成熟期每个小区挖取15株,分株称量块茎质量。

商品率(%) = 大中薯鲜质量 ÷ 薯块总鲜质量 × 100%, 大薯率(%) = 大薯鲜质量 ÷ 薯块总鲜质量 × 100%; 按小薯 < 50 g、50 g ≤ 中薯 ≤ 100 g、大薯 > 100 g 计。

2.3 统计分析

用 Microsoft Excel 进行数据处理,用 SPSS 16.0 软件进行方差分析,方差分析包括种植密度、施肥量及两因素之间的交互效应。

3 结果分析

3.1 不同施肥量和种植密度对马铃薯农艺性状的影响

不同施肥量和种植密度组合处理对马铃薯的主要农艺性状影响较大(见表2)。从统计分析结果来看,施肥量对马铃薯株高、主茎数量、茎粗、叶鲜质量及叶面积指数这5项生长指标影响显著($P < 0.05$),种植密度仅对马铃薯主茎数量和叶面积指数这2项生长指标影响显著($P < 0.05$),对株高、茎粗和叶鲜质量影响不显著,施用量×密度对所测定的所有指标影响都不显著($P > 0.05$)。在相同施肥量下,除了中肥和高肥水平时

不同种植密度下叶面积指数差异显著外,其他各肥力水平下不同种植密度间各指标的差异不显著。在40 500株/hm²种植密度下,高肥处理的株高、主茎数量、茎粗、叶鲜质量、叶面积指数分别较低肥和中肥处理提高了7.5%、12.5%、12.6%、19.7%、24.1%和5.7%、9.3%、7.4%、15.0%、12.3%;在49 500株/hm²种植密度下,高肥处理的株高、主茎数量、茎粗、叶鲜质量、叶面积指数分别较低肥和中肥处理提高了5.4%、14.6%、6.5%、16.0%、22.4%和3.9%、10.0%、6.5%、14.2%、13.1%。

表2 不同处理对马铃薯农艺性状的影响

| 项目 | 株高(cm) | 主茎数量(个/株) | 茎粗(cm) | 叶鲜质量(g/株) | 叶面积指数 |
|-------------|---------|-----------|---------|-----------|--------|
| 1 | 84.5 c | 5.0 bc | 1.03 b | 331.9 b | 3.68 e |
| 2 | 84.7 c | 4.9 c | 1.02 b | 329.4 b | 3.56 e |
| 3 | 85.9 bc | 5.2 b | 1.08 ab | 345.7 b | 4.06 c |
| 4 | 85.9 bc | 5.1 b | 1.02 b | 334.6 b | 3.86 d |
| 5 | 90.8 a | 5.7 a | 1.16 a | 397.4 a | 4.56 a |
| 6 | 89.3 ab | 5.6 a | 1.09 ab | 382.2 a | 4.36 b |
| 显著性分析 P值 | 施肥量 | 0.002 | 0.000 | 0.045 | 0.000 |
| | 密度 | 0.638 | 0.030 | 0.121 | 0.102 |
| | 施肥量×密度 | 0.707 | 0.727 | 0.682 | 0.623 |

3.2 不同施肥量和种植密度对马铃薯产量形成指标的影响

不同施肥量和种植密度组合对马铃薯产量形成指标的影响较大(见表3)。从统计分析结果来看,施肥量对马铃薯单株结薯数量和大中薯质量、大中薯数量的影响达显著水平($P < 0.05$),种植密度对单株薯质量和大中薯质量的影响达显著水平($P < 0.05$),施肥量和密度组合对所测定所有指标影响都不显著($P > 0.05$)。在相同施肥量下,除低肥时不同种植密度下大中薯数量、单株薯质量和大中薯质量这3项指标差异显著外,其他各肥力水平下不同种植密度间各指标差异不显著。在40 500株/hm²种植密度下,高肥处理的单株结薯数量和大中薯质量明显高于低肥处理,分别为9.1个和554.29 g/株;在49 500株/hm²种植密度下,高肥

表3 不同处理对马铃薯产量形成指标的影响

| 项目 | 单株结薯数量(个) | 大中薯数量(个/株) | 小薯数量(个/株) | 单株薯质量(g) | 大中薯质量(g/株) | 小薯质量(g/株) |
|-------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 1 | 8.6 bc | 5.2 a | 3.4 a | 602.37 ab | 447.54 b | 154.83 a |
| 2 | 8.2 c | 4.8 b | 3.5 a | 473.76 c | 359.22 c | 114.54 a |
| 3 | 8.9 ab | 5.2 a | 3.7 a | 620.76 ab | 475.82 ab | 144.94 a |
| 4 | 9.0 ab | 5.2 a | 3.7 a | 525.25 bc | 407.24 bc | 118.01 a |
| 5 | 9.1 ab | 5.3 a | 3.8 a | 687.21 a | 554.29 a | 132.92 a |
| 6 | 9.3 a | 5.5 a | 3.8 a | 581.94 abc | 467.98 ab | 113.96 a |
| 显著性分析 P值 | 施肥量 | 0.004 | 0.018 | 0.051 | 0.066 | 0.007 |
| | 密度 | 0.760 | 0.473 | 0.735 | 0.004 | 0.004 |
| | 施肥量×密度 | 0.239 | 0.084 | 0.961 | 0.898 | 0.921 |

处理的各指标与中肥条件下差异不显著,而高肥处理的单株结薯数量、大中薯数量和大中薯质量明显高于低肥处理,分别为 9.3 个、5.5 个/株和 467.98 g/株。这说明无论在何种种植密度下,高肥均有利于提高马铃薯的单株结薯数量和大中薯质量。

3.3 不同施肥量和种植密度对马铃薯产量及商品薯率的影响

不同施肥量和种植密度组合对马铃薯产量及商品薯率的影响统计结果见表 4。由表 4 可知,不同施肥量对马铃薯的产量及商品薯率的影响达到显著水平($P < 0.05$),而种植密度和施肥量×种植密度对产量及商品薯率的影响均不显著($P > 0.05$),即在相同施肥量下不同种植密度间各小区产量差异不显著。不同施肥量下,在 40 500 和 49 500 株/hm²两种种植密度下,高肥处理的小区产量与低肥处理均差异显著,但与中肥处理差异不显著;两种种植密度下高肥处理的商品薯率也均为同密度下最高,但与中、低肥处理之间差异不明显。综合来说,高肥水平下 49 500 株/hm²种植密度处理的小区(处理 6)产量和商品薯率最高,折合产量和商品薯率分别为 29 577.63 kg/hm²和 80.6%,较低肥处理 2 和中肥处理 4 分别增产 6 126.52 和 3 578.1 kg/hm²,增产率分别为 26.1% 和 13.8%,商品薯率分别提高了 4.9% 和 3.1%。因此,处理 6 是该种植区秸秆覆盖马铃薯提高产量的最佳组合。

表 4 不同处理对马铃薯产量及商品率的影响

| 项目 | 小区产量(kg) | 折合产量(kg) | 商品薯率(%) | |
|------------------|------------|------------|-----------|---------|
| 处理 编号 | 1 | 105.34 c | 24 396.03 | 74.3 b |
| | 2 | 101.26 c | 23 451.11 | 75.7 ab |
| | 3 | 108.55 bc | 25 140.51 | 76.7 ab |
| | 4 | 112.26 abc | 25 999.53 | 77.5 ab |
| | 5 | 123.51 ab | 28 604.08 | 80.4 a |
| | 6 | 127.71 a | 29 577.63 | 80.6 a |
| 显著性 分析 P 值 | 施肥量 | 0.005 | | 0.045 |
| | 密度 | 0.774 | | 0.748 |
| | 施肥量× 密度 | 0.691 | | 0.537 |

4 结论与讨论

秸秆覆盖技术能有效抑制土壤水分蒸发,提高作物产量和水分利用率^[10-11]。在干旱地区种植马铃薯,秸秆覆盖能有效提高马铃薯产量和商品薯率^[12]。除种植模式的影响外,马铃薯的生长发育和块茎产量、品质还取决于植株个体与群体的光合作用^[13]。本研究对旱作区秸秆覆盖马铃薯种植中复合肥的合理施用量和种植密度进行了探讨,试验结果表明,不同施肥量对旱作区秸秆覆盖马铃薯的农艺性状、产量及商品薯率的影响均达到显著水平,在高肥水平下马铃薯的单株

结薯数量、大中薯数量、大中薯质量、产量及商品薯率均达到最大值,适当增加马铃薯的种植密度可提高产量,在 49 500 株/hm²的种植密度下产量及商品薯率分别达到 29 577.63 kg/hm² 和 80.6%,这与张智芳等^[14]的研究结论一致;但本研究并未得出在相同种植密度下,施肥量增加到一定水平时产量便呈现下降趋势^[14]这一结论,这可能与本研究设置的密度范围较小有关。种植密度除在低肥水平下对马铃薯的单株薯质量和大中薯质量影响显著外,对其他各项指标及产量影响不显著。同样,不同施肥量和种植密度的组合对马铃薯的农艺性状和产量影响也不显著。虽然本研究在中、高肥水平下不同种植密度之间产量差异不显著,但有研究报道^[15]指出种植密度较低时,作物通风透光良好,单株的农艺性状表现优良,当然群体数量偏低也会造成产量较低。因此,针对不同马铃薯品种、种植方式和施肥水平应确定其最佳种植密度,充分考虑单株与整体产量的关系,才能充分发挥出马铃薯的生产潜力。本研究仅在 3 种不同施肥量和 2 种习惯种植密度下,研究了其组合对马铃薯生长指标和产量的影响,试验结果显示所设高肥 900 kg/hm² 与高密度 49 500 株/hm² 为该种植区秸秆覆盖马铃薯种植的最佳组合,但对于更高施用量和更大种植密度的组合以及复合肥的合理施用量与传统施肥的效益比较等方面未做探讨,需在以后的试验研究中进一步探索研究,以便为当地农业生产提供更加科学合理的指导。

[参考文献]

- [1] 王富胜,潘晓春,张明,等.定西市马铃薯产业可持续发展途径及建议[J].中国马铃薯,2008,22(1):59-60.
- [2] 王淑新.定西马铃薯产业发展研究——基于种植、流通、加工的成本收益分析[D].兰州:兰州大学,2009:8-23.
- [3] 李楠楠,李同昇,于正松,等.基于 Logistic-ISM 模型的农户采用新技术影响因素——以甘肃省定西市马铃薯种植技术为例[J].地理科学进展,2014,33(4):542-548.
- [4] 张静.氮磷钾施用量对马铃薯产量、品质及肥料利用特性的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2012:6-22.
- [5] 段玉,张君,李焕春,等.马铃薯氮磷钾养分吸收规律及施肥肥效的研究[J].土壤,2014,46(2):212-217.
- [6] 姜丽霞.施肥对旱作马铃薯不同品种氮磷钾吸收分配及产质量的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2010:8-20.
- [7] 马金虎,李海洋,王正海,等.宁夏干旱区马铃薯秋覆膜栽培适宜种植密度研究[J].宁夏农林科技,2011,52(2):14,92.
- [8] 罗胜奎.密度、栽植方式与施氮量对马铃薯产量的影响[J].耕作与栽培,2008(5):33-57.
- [9] 杨相昆,田海燕,魏建军,等.不同播种方式及种植密度对马铃薯种薯生产的影响[J].西南农业学报,2009,22(4):910-912.

基于重金属污染的太原市小店污灌区土壤综合肥力质量评价

韩文辉, 赵颖, 刘娟

(山西省环境科学研究院, 山西太原 030027)

[关键词] 重金属污染; 污灌区; 土壤肥力; 主成分分析法; 质量评价; 太原

[摘要] 为了解太原市小店污灌区的土壤肥力质量, 应用土壤重金属综合污染指数法将污灌区采样点分为 3 个区域, 并按分区分别采用主成分分析法选取前两个主成分的 6 项理化性质作为评价指标, 确定其相应权重系数, 应用土壤肥力综合评价指标法定量评价分区土壤肥力质量。结果显示: 污灌区土壤污染以安全等级为主, 土壤肥力质量状况总体较好; 北部地区土壤碱解氮和有效磷含量偏低, 阳离子交换量尤其低; 西南部地区除阳离子交换量偏低之外各项指标都属于上等水平, 土壤肥力质量良好; 中部地区阳离子交换量和有效磷含量偏低。对 3 个区域而言, 有机质均为重要的土壤肥力质量评价因子, 土壤阳离子交换量与有效磷是土壤肥力质量的主要限制因子。3 个区域均属一级土壤肥力水平, 但不同区域的土壤肥力质量存在差异, 污灌区西南部土壤肥力质量总体优于中部及北部地区, 其中北部地区土壤肥力综合评价指标值最低。该结果可为污灌区土壤的精准施肥及科学管理提供参考依据。

[中图分类号] S151.9 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2018)03-0046-05

土壤质量的核心之一是土壤生产力, 基础是土壤肥力质量^[1]。土壤肥力质量高低直接影响作物的正常生长。在农业用水形势紧张的北方地区, 城镇近郊农业灌溉的主要水源为污水^[2]。大范围进行污灌必然导致一系列的土壤污染^[3]: 土壤中盐分高浓度累积, 引起土壤次生盐渍化; 有毒重金属^[4]被带入土壤中, 产生深度的土壤污染^[5], 在土壤中具有隐蔽性、长期性和不可逆性, 且不易降解, 土壤难以恢复^[6], 尤其新老污染物

质并存^[7], 使得土壤肥力进一步受到严重影响。因此, 对污灌区土壤进行肥力评价就具有一定的必要性。综合评价土壤肥力能够揭示土壤内在属性^[8], 获取研究区土壤肥力质量现状及其空间地域分布特征, 指导当地作物布局和农业产业结构调整, 为研究区土壤肥力提升和土壤环境调控提供支持^[9], 对进一步合理施肥与培肥地力具有重大的现实意义。

太原污灌区是我国污灌历史较长、面积较大的典型污灌区之一, 长期污灌已使土壤的性质发生了较大的变化^[10]。污灌区在太原市的分布主要集中在晋源区、小店区和清徐县^[11], 其中以小店区最具有代表性。本研究以太原小店污灌区为研究区域, 选取土壤养分

[基金项目] 国家自然科学基金项目(41401020, 41601202); 山西省青年科技研究基金项目(2015021173); 山西省科技攻关项目(20150313001-2)

[10] 蔡太义, 贾志宽, 黄耀威, 等. 中国旱作农区不同量秸秆覆盖综合效应研究进展 I. 不同量秸秆覆盖的农田生态环境效应[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(5): 63-68, 74.

[11] 吴晓丽, 汤永禄, 李朝苏, 等. 秋季玉米秸秆覆盖对丘陵旱地小麦生理特性及水分利用效率的影响[J]. 作物学报, 2015, 41(6): 929-937.

[12] 李荣, 侯贤清. 深松条件下不同地表覆盖对马铃薯产量及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2015, 31(20): 115-123.

[13] 田丰, 张永成, 张凤军, 等. 不同肥料和密度对马铃薯光合特性和产量的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(6): 95-98.

[14] 张智芳, 刘富强, 云庭, 等. 阴山北麓地区马铃薯不同栽培

密度、施肥量对产量的影响[J]. 中国马铃薯, 2009, 23(6): 354-356.

[15] 高锦旭, 赵绪明, 蒋树怀, 等. 密度和肥料对旱地芸豆品种经济性状及产量的效应[J]. 西北农业学报, 2016, 25(3): 378-385.

[作者简介] 李效文(1972—), 男, 甘肃通渭县人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广工作; 通信作者王友生(19—), 女, 甘肃定西市人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广及水土保持工作。

[收稿日期] 2017-09-15

(责任编辑 徐素霞)