

不同生产模式对马铃薯产量和水分利用效率的影响

谭伟军, 王 娟, 杨荣洲, 张娟宁, 何万春*

(定西市农业科学研究院, 甘肃定西 743000)

摘要: 针对定西马铃薯产业连续集约化种植造成产量降低、品质降低以及土壤污染等问题, 通过大田试验, 研究了不同生产模式对马铃薯产量和水分利用效率的影响, 结果表明: 在全生育期, 不同处理土壤含水量在0-100cm呈现先增加后减小的趋势变化, 其中60-80cm土层土壤含水量最高, 但各处理无显著差异, T3 (全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作) 和T4 (全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作+绿肥间作) 处理块茎产量显著高于其他处理, 与CK (全膜覆盖垄作)、T1 (全膜覆盖垄上微沟) 和T2 (全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施) 处理相比, 块茎产量分别高25.00%、15.63%、17.12%和27.24%、17.70%、19.22%, 说明在干旱半干旱定西市, T3和T4处理是最佳马铃薯种植模式。

关键词: 马铃薯; 种植模式; 产量; 水分利用效率

马铃薯是甘肃省第三大作物^[1-3], 同时是定西市经济发展、农业增产和农民增收重要战略性产业, 年种植面积在200万亩以上, 由于集约化连续种植以及产量的提高, 大量施用化肥已成为马铃薯增产的关键^[4-6], 但化肥是一把双刃剑, 在产量提高的同时, 也造成了生态环境的污染及马铃薯品质的降低^[7-8], 因此, 为实现马铃薯产业健康绿色可持续发展, 化肥减量施用和适宜的马铃薯生产模式已成为定西市马铃薯产业健康发展亟须解决的问题之一^[9-10], 因此研究不同生产模式对定西市马铃薯产量和水分利用效率的

影响具有一定现实意义和理论意义。

1 材料与方法

1.1 试验设计

供试品种: 陇薯10号

试验地点: 试验设在定西市安定区鲁家沟小岔村旱山地, 海拔1 800m, 年平均降水量350mm, 年平均气温7.5℃, ≥10℃有效积温2 239.1℃。试验地土壤为黄绵土, 地力均匀, 前茬作物为马铃薯, 供试土壤理化性状见表1。

试验设计: 田间试验设5个处理。

表1 供试土壤理化性状

pH值	有机质 / (g · kg ⁻¹)	全氮 / (g · kg ⁻¹)	碱解氮 / (mg · kg ⁻¹)	速效磷 / (mg · kg ⁻¹)	速效钾 / (mg · kg ⁻¹)
8.0	17.6	0.8	95.1	24.3	232.6

- 1) 全膜覆盖垄作 (CK);
- 2) 全膜覆盖垄上微沟 (T1);
- 3) 全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施 (减少化肥20%, 基肥和花期追肥6:4 (T2)), 是全部肥料减少20%, 且全部肥料均按照基肥和花期追肥6:4;
- 4) 全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作 (播前深旋松40cm) (T3);
- 5) 全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作+绿肥间作 (毛苕子或箭舌豌豆, 分两个时期, 4

月上旬播种绿肥作物, 马铃薯花期结合追肥翻压; 或6月中旬播种, 收获期与马铃薯茎叶一起粉碎翻压) (T4)。

试验为大区试验, 不设重复, 小区面积200m²。种植方式为全膜覆盖垄上微沟, 垄宽60cm, 沟宽40cm, 垄高20cm。品种为陇薯10号, 播种密度4 000株/666.7m², 穴播。施肥量为纯N、P₂O₅、K₂O分别12、8、6kg/666.7m², 其中减量追施按照试验要求处理, 其余种植与管理方式同当地大田。供试黑色地膜幅宽100cm、厚0.01mm, 由鸿百圣公司生产。氮肥选用尿素 (N≥46%), 由甘肃刘化集团有限责任公司生产; 磷肥选用普通过磷酸钙 (含P₂O₅≥16%), 由云南金星化工有限公司生产; 钾肥选用硫酸钾镁肥 (含K₂O≥24%), 由青海联宇钾肥有限公司生产。

基金项目: 中部旱作区马铃薯高产提质种植技术集成应用 (2019GAAS46-1)。

作者简介: 谭伟军, 副研究员, 主要从事马铃薯栽培技术研究。

通信作者: 何万春, 助理研究员, 主要从事马铃薯栽培研究。E-mail: 714631793@qq.com

表2 肥料用量

处理	N (kg/666.7m ²)	P ₂ O ₅ (kg/666.7m ²)	K ₂ O (kg/666.7m ²)	尿素 (46%) (kg/666.7m ²)	过磷酸钙 (16%) (kg/666.7m ²)	硫酸钾镁肥 (24%) (kg/666.7m ²)
CK	12	8	6	26.09	50.00	25.00
T1	12	8	6	26.09	50.00	25.00
T2	9.60	6.40	4.80	20.87	40.00	20.00
T3	9.60	6.40	4.80	20.87	40.00	20.00
T4	9.60	6.40	4.80	20.87	40.00	20.00

处理	(尿素46%) (kg/200m ²)	过磷酸钙 (16%) (kg/200m ²)	硫酸钾镁肥 (24%) (kg/200m ²)
CK	7.83	15.00	7.45
T1	7.83	15.00	7.45
T2	6.26	12.00	6.00
T3	6.26	12.00	6.00
T4	6.26	12.00	6.00

处理	播前			花后		
	(尿素 46%) (kg/200m ²)	过磷酸钙 (12%) (kg/200m ²)	硫酸钾 (52%) (kg/200m ²)	(尿素N 46%) (kg/200m ²)	过磷酸钙 (12%) (kg/200m ²)	硫酸钾 (52%) (kg/200m ²)
CK	6.26	12.00	5.96	1.57	3.00	1.49
T1	6.26	12.00	5.96	1.57	3.00	1.49
T2	5.00	9.60	4.80	1.26	2.40	1.20
T3	5.00	9.60	4.80	1.26	2.40	1.20
T4	5.00	9.60	4.80	1.26	2.40	1.20

1.2 测定内容与方法

1.2.1 土壤水分含量测定：全生育期分别在播前、盛花期和收获后对各处理0–200cm土壤采用烘干法进行土壤水分测定。

1.2.2 生物量测定：在盛花期、块茎膨大期和收获期，每小区同一行区随机选取5株，分别称量地上部和地下部重量。

1.2.3 产量指标测定：每个小区分别取第2垄进行产量、商品薯率测定，大薯（ $\geq 250\text{g}$ ），中薯（ $50\text{--}250\text{g}$ ），小薯（ $< 50\text{g}$ ），商品薯率（%）=（大中薯重量/总重量） $\times 100$

1.3 统计方法

试验数据使用Excel 2010进行统计汇总，并使用SPSS.19对各处理数据进行方差分析和最小显著性检验（LSR法）。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯土壤含水量的影响

表3是播前土壤含水量，图1是不同处理各生育期土壤含水量，由表可知，播前土壤含水量在0–100cm范围内逐渐增加，到60–80cm土层时达到最大值，为22.45%；由图1可知，不同处理在0–100cm水分含量差异不显著，盛花期和收获后，土壤含水量随着深度的增加呈现先增后减的变化趋势，在60–80cm达到最大值，这主要可能是由于在盛花期和块茎膨大期由于马铃薯植株相互遮阴，加之地膜覆盖和灌溉导致土壤含水量在0–80cm范围内逐渐增加；收获后由于没有覆盖等因素，土壤含水量在相应的层次上比盛花期减小，但也表现出先增后减的变化趋势，在80cm处含水量达到最大值。

图1也表明，各处理在不同生育期不同处理土壤

含水量在100–200cm范围内无显著差异。但随着深度的增加土壤含水量逐渐减小，土壤含水量的变化与处理无明显关系，与土层深度的增加关系密切，说明在马铃薯的生长过程中，对100–200cm土层的水分利用效果不明显。

2.2 不同处理对马铃薯水分利用效率的影响

由表4可知，不同处理间的水分利用效率在47.66–60.66kg/hm²·mm之间变化，其变化趋势与产量相吻合，为T4>T3>T1>T2>CK，其中T4处理水分利用效率最高，为60.66kg/hm²·mm，CK处理水分利用效率最低，为47.66kg/hm²·mm，化肥减量追施处理（T2、T3、T4）的水分利用效率均高于CK和T1处理，说明化肥减量追施和深旋松耕作有利于马铃薯的生长发育，但T3和T4处理块茎产量无显著差异，说明绿肥间作对马铃薯块茎产量形成无显著影响。

2.3 不同处理对马铃薯各生育期地上部和根鲜重的影响

由表5可知，马铃薯地上部和根鲜重随着马铃薯生育进程的推进呈先增后减的趋势变化，在块茎膨大期达到最大值。各处理间相比，全膜覆盖垄作（CK）和全膜覆盖垄上微沟（T1）处理盛花期、块茎膨大期和成熟期的地上部及根鲜重要高于全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施（T2）；全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作（T3）和全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作+绿肥间作（T4）处理无显著性差异。同样，T2、T3和 T4处理之间各生育期地上部和根鲜重也无显著性差异。

2.4 不同处理对马铃薯生育期块茎动态变化影响

由表6可知，在盛花期，不同处理间马铃薯块茎数和块茎重分别为4.33–5.00个和45.31–60.12g，平均单薯重为9.27–13.72g，随着生育进程的推进马铃薯块茎数和块茎重逐渐增加；在成熟期，各处理块茎数和块茎重分别为7.20–7.64个和751.34–856.31g，平均单薯重为98.34–118.93g。其中T3和T4处理盛花期、块茎

表3 播前0–200cm土壤含水量

0–20	20–40	40–60	60–80	80–100	100–120	120–140	140–160	160–180	180–200
17.42	18.83	19.33	22.45	20.12	20.09	19.87	19.46	18.61	17.53

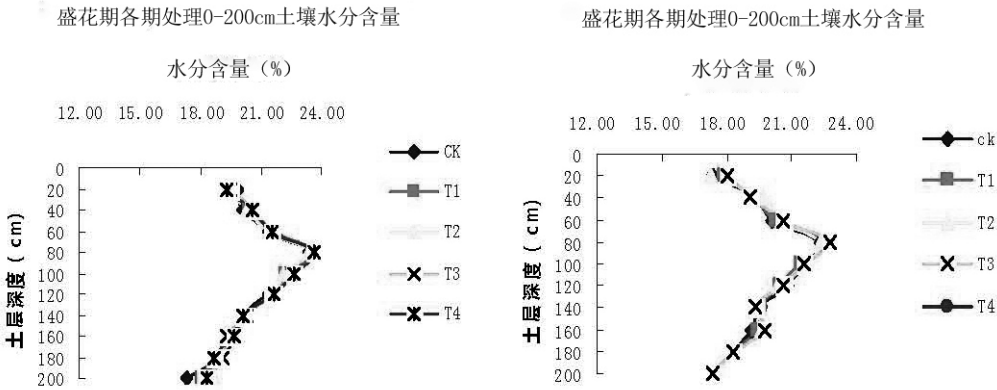


图1 不同处理各生育期0–200cm土壤含水量

表4 不同处理对马铃薯水分利用效率的影响

处理	播前贮水量 (mm)	收后贮水量 (mm)	补灌量 (mm)	降雨量 (mm)	产量 (kg/667m ²)	蒸散量 (mm)	水分利用效率 (kg/hm ² ·mm)
CK	426.17	450.49	112.4	421.1	1 611.90	507.33	47.66 c
T1	426.17	452.50	112.4	421.1	1 742.50	504.95	51.76 b
T2	426.17	452.34	112.4	421.1	1 720.30	505.74	51.02 b
T3	426.17	454.72	112.4	421.1	2 014.80	509.18	59.35 a
T4	426.17	453.93	112.4	421.1	2 051.00	507.17	60.66 a

表5 不同处理对马铃薯各生育期地上部和根鲜重的影响

处理	地上部 (g/株)			根 (g/株)		
	盛花期	块茎膨大期	成熟期	盛花期	块茎膨大期	成熟期
CK	521.24ab	923.47b	584.63a	63.33a	89.12a	64.34a
T1	564.32a	1025.42a	612.35a	64.35a	97.65a	73.16a
T2	574.45a	1055.46a	623.78a	65.89a	98.34a	75.63a
T3	526.31ab	916.34b	589.64a	61.25a	91.62a	69.64a
T4	516.58b	905.35b	582.55a	63.20a	88.35a	68.25a

表6 不同处理对马铃薯生育期块茎动态变化影响

处理	块茎数 (个/株)			块茎重 (g/株)			平均单薯重量 (g)		
	盛花期	块茎膨大期	成熟期	盛花期	块茎膨大期	成熟期	盛花期	块茎膨大期	成熟期
CK	5.00a	5.34a	7.45a	46.35b	526.68a	765.33b	9.27b	98.63a	102.72ab
T1	4.64a	5.46a	7.35a	47.2b	516.34a	758.64b	10.17b	94.56a	103.21ab
T2	4.52a	5.66a	7.64a	45.31b	511.06a	751.34b	10.02b	90.29a	98.34b
T3	4.38a	5.64a	7.20a	60.12a	560.34a	856.31a	13.72a	99.35a	118.93a
T4	4.33a	5.31a	7.31a	58.64a	558.47a	846.95a	13.54a	105.17a	115.86a

膨大期和成熟期的块茎重和平均单薯重要高于其他处理,但无显著性差异。

2.5 不同处理对马铃薯产量和商品薯率的影响

由表7可知,不同处理的亩产为1 611.9~2 051.0kg,商品率在80.82%~85.74%之间,产量结果为T4>T3>T1>T2>CK,全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作(T3),全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作+绿肥间作(T4)块茎产量显著高于其他处理;与CK、T1和T2处理相比,块茎产量分别高25.00%、15.63%、17.12%和27.24%、17.70%、19.22%,但二者之间无显著差异。而商品薯率则是CK最低为80.82%,T4最高为85.74%,各处理间无显著差异。

表7 不同处理对马铃薯产量影响

处理	产量 (kg/667m ²)	商品率 (%)
CK	1 611.9c	80.82a
T1	1 742.5b	84.69a
T2	1 720.3b	84.37a
T3	2 014.8a	80.82a
T4	2 051.0a	85.74a

3 结论

通过对马铃薯关键生育期0~200cm土壤水分(采

用烘干法)分析可知:

在全生育期,不同处理土壤含水量在0~100cm呈现先增加后减小的趋势变化,其中60~80cm土层土壤含水量最高,而在0~80cm土层内,收获后土壤含水量较播前减少最多,说明马铃薯植株对0~80cm土层内水分消耗最多;100~200cm土壤含水量随着深度增加而减小,各层土壤水分随生育期变化而变化,变化规律一致,与处理无关,说明马铃薯植株对100~200cm土壤水分利用不明显。

全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作(T3),全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作+绿肥间作(T4)块茎产量显著高于其他处理块茎产量,水分利用效率显著高于其他处理,说明全膜覆盖垄作和全膜覆盖垄上微沟种植模式是适合干旱半干旱地区的马铃薯绿色增产增效技术模式。

在干旱半干旱定西市,全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作(T3)和全膜覆盖垄上微沟+化肥减量追施+深旋松耕作+绿肥间作(T4)既能提高产量又能提高水分利用效率,是适宜定西市的马铃薯最佳种植模式。

参考文献

[1] 卢肖平.马铃薯主粮化战略的意义、瓶颈与政策建

- 议[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2015 (3): 1-7.
- [2] 吴正强, 岳云, 赵小文, 等. 甘肃省马铃薯产业发展研究[J]. 中国农业资源与区划, 2008, 29 (6): 67-72.
- [3] 孙智广, 苏健举, 海江波. 不同免耕覆草种植模式对马铃薯农艺性状和产量的影响[J]. 西北农业学报, 2015, 24 (5): 69-74.
- [4] 李猛, 蔡宗兴, 万明长, 等. 不同种植方式对玉米产量的影响[J]. 贵州农业科学, 1999 (S1): 3-5.
- [5] 邹吉波. 玉米宽窄行交替种植技术的应用[J]. 安徽农业科学, 2009, 34 (9): 1824-1826.
- [6] 王亚宏, 高世铭, 张伟, 等. 陇中旱地马铃薯不同种植模式对土壤温度和水分利用效率的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2009, 44 (6): 19-23+43.
- [7] 唐秀梅, 钟瑞春, 揭红科, 等. 间作遮阴对花生光合作用及叶绿素荧光特性的影响[J]. 西南农业学报, 2011, 24 (5): 1703-1707.
- [8] 黄承建, 赵思毅, 王季春, 等. 马铃薯/玉米不同行数比套作对马铃薯光合特性和产量的影响[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20 (11): 1443-1450.
- [9] 何万春, 黄凯, 令鹏, 等. 不同有机肥氮替代化肥氮比例对马铃薯根系吸收能力和形态的影响[J]. 作物杂志, 2020 (3): 132-136.
- [10] 厉浩, 余慧, 李倩, 等. 不同间作模式对马铃薯光合特性的影响[J]. 农业科学研究, 2019, 40 (2): 6-12.

科技文摘

20210403 鲜莲子机械剥壳力学特性试验研究// DOI: 10.25165/j.ijabe.20211401.5193

该研究针对鲜莲子机械剥壳机设计缺乏莲子物料机械特性参考材料的现状, 设计了四因素四水平的压缩正交试验和剪切正交试验来研究鲜莲子剥壳过程不损伤莲仁所允许的最大压力及穿刺莲壳所需的最小剪力。压缩试验结果表明, 莲仁破裂力平均值为213.03 N, 加载方式、莲子等级、加载速度和放置时间对莲仁破裂力均有显著性影响 ($P < 0.01$), 影响因素的主次为: 加载方式 > 莲子放置时间 > 加载速度 > 莲子等级。各因素对莲仁破裂变形量均有显著性影响 ($P < 0.05$), 影响因素的主次与对莲仁破裂力相同。剪切正交试验表明, 莲子剪切破壳力远远小于压

缩时的破壳力, 平均值为7.84 N。莲子放置时间、刀尖角度和加载速度均对莲壳剪切破壳力有高度显著性影响 ($P < 0.01$), 而莲子等级无显著性关系 ($P > 0.05$)。各因素对剪切破壳力的影响主次顺序为: 刀尖角度 > 莲子放置时间 > 加载速度 > 莲子等级。建议在鲜莲机械剥壳时, 莲子放置时间不宜超过6h、选用刀尖角度40°左右的刀具、30-90mm/min的加载速度可降低剪切破壳。

[编译自: He J C, Tao Z Y, Liang S H, Ye D P. Compression and shearing force on kernel rupture in shelling fresh lotus seeds. Int J Agric & Biol Eng, 2021; 14 (1): 237-242.]