

DOI:10.11705/j.issn.1672-643X.2017.05.43

# 滴灌条件下脱毒马铃薯灌溉制度试验研究

史万恩

(武威市水务局, 甘肃 武威 733000)

**摘要:** 马铃薯是干旱内陆河石羊河流域主要农作物之一。为了推广应用滴灌技术,对脱毒马铃薯夏波蒂进行了滴灌条件下灌溉制度试验研究,试验按土壤含水率(占田间持水量的百分数)不同设6个处理,处理I、IV的土壤含水率下限为田间持水量的45%,上限分别为田间持水量75%、80%,灌水次数设定为4次;处理II、V的土壤含水率下限为田间持水量的55%,上限分别为75%、80%,灌水次数设定为5次;处理III、VI的土壤含水率下限为田间持水量的65%,上限分别为田间持水量的75%、80%,灌水次数设定为6次。研究表明:适宜马铃薯生长发育的土壤含水率下限不应低于田间持水量的55%,上限在田间持水量的75%~80%为宜,灌水次数5~6次为宜,脱毒马铃薯夏波蒂生育期120 d,生育期灌溉定额控制在3 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>左右。

**关键词:** 马铃薯; 滴灌; 灌水量; 灌溉次数; 耗水量; 灌溉制度

中图分类号:TV93; S274

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2017)05-0255-06

## Experimental study on irrigation schedule of virus - free potato under drip irrigation

SHI Wanen

(Wuwei City Water Affairs Bureau, Gansu Wuwei 733000, China)

**Abstract:** Potato growths have a certain scale in the cultivation of crops in the Shiyanghe River Basin of arid inland river, which is one of the main crops there. In order to promote the application of drip irrigation technology, the irrigation system under drip irrigation was carried out on virus-free potatoes. Six soil treatments were treated according to soil moisture content (expressed as the percentage of field capacity). The lower limits of soil moisture content of I and IV irrigation was 45% of the field capacity, and the upper limit was 75% and 80%, respectively. Besides, the number of irrigation times was four. The lower limit of soil water content of treatment II and V irrigation was 55%, and the upper limit was 75% and 80% of the field capacity, with irrigation times five. The lower limit of soil water content of treatment III and VI irrigation was 65% of the field water holding capacity, and the upper limit was 75%, 80%. The number of irrigation times is set to six. The results show that the lower limit of soil moisture content of potato that was suitable for growth is no lower than 55% of soil water holding capacity, and the upper limit is 75% ~ 80% of field water holding capacity, and irrigation times are 5 ~ 6, The growth period of virus-free potato Shepody is 120 days, and the irrigation quota was about 3000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>.

**Key words:** potato; drip irrigation; irrigation amount; irrigation times; water consumption; irrigation system

### 1 研究背景

缺水已成为西北内陆河流域制约区域经济社会发展的瓶颈和障碍。石羊河流域是西北内陆河流域的三大流域之一,水资源严重短缺,每公顷不足

3 300 m<sup>3</sup>,人均不足 600 m<sup>3</sup>,远低于全国每公顷 1 476 m<sup>3</sup>和人均 2 135 m<sup>3</sup>的水平;人均水资源仅为国际缺水紧张警戒线的 44%;人口是河西走廊的一半,而水资源只有河西的 1/4。因此,采取先进的灌水技术解决流域资源性缺水、工程性缺水、技术性缺

收稿日期:2017-09-25; 修回日期:2017-10-27

作者简介:史万恩(1973-),男,甘肃武威人,本科,工程师,主要从事节水管理。

水和结构性缺水等问题,不断提高水资源利用效率和效益,促进水资源的可持续利用、经济社会的可持续发展、生态环境良性循环势在必行。

扩大节水、高效、耐旱作物的种植比例及调整农业种植结构是破解结构性缺水问题、促进农业可持续发展的重要措施;全方位实施高效节水灌溉、不断推广节水新技术是高效利用有限水资源、发展节水高效农业的重要保证。可见,研究并示范推广节水灌溉应用新技术,对于干旱缺水的西北内陆河流域是促进水资源可持续利用和农业可持续发展的重要保障。

滴灌是一种高效的节水灌溉技术。所以,在生态脆弱和水资源短缺的石羊河流域,研究示范推广滴灌技术对促进节水农业、生态农业的发展是十分必要。马铃薯是石羊河流域主要的农作物之一,种植面积在2万 $\text{hm}^2$ 以上。马铃薯也是世界第三大重要的粮食作物,种植规模仅次于小麦和玉米。由于马铃薯耐抗逆<sup>[1]</sup>、适应性广、生长发育周期短、营养价值高和产业链长,已成为我国脱贫致富、西部干旱区重要的支柱产业、主要的蔬菜和出口创汇高效作物,也是食品和工业淀粉加工的重要原料。由于马铃薯属于需水量较大的农作物,其茎叶的含水量占到90%,块茎中的含水量也达80%左右<sup>[2-3]</sup>,马铃薯必须有充足的水分,才能充分地吸收土壤中的无机盐营养,保证品质,提高产量,而且光合作用和有机养分的形成都离不开水<sup>[4]</sup>。因此,在西北干旱地区的石羊河流域开展马铃薯滴灌灌溉制度试验,探讨滴灌条件下马铃薯各生育阶段的耗水规律<sup>[5-6]</sup>,满足作物营养生长,实现既节水又高产稳产,对缓解水资源紧缺具有重要意义。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验地概况

本试验在石羊河流域农业与生态节水试验站进行,试验站位于武威市凉州区东河乡王景寨村,距武威市城区约30 km,地理位置为东经 $102^{\circ}50'50''$ ,北纬 $37^{\circ}52'20''$ ,海拔1 581 m。试验站多年平均气温 $7.7^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温 $34^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温 $-20^{\circ}\text{C}$ ,平均日照时数2 968 h,多年平均降水量181.5 mm,多年平均蒸发量1 759.9 mm,多年平均风速2.81 m/s,4-5月平均风速3.1~3.4 m/s,无霜期155 d,最大冻土层120 cm。本地土壤属内陆性沙漠钙质土,富含氮、磷、钾,土壤物理属性为偏碱性,土壤通透性好,空隙率为52%,田间持水量为22%~25%,

土壤有机质含量0.4~0.8 g/kg,容重 $1.54\text{ g/cm}^3$ ,含盐量0.12~0.56 g/kg。

### 2.2 试验设计及实施

2.2.1 因素水平设计 试验严格按《灌溉试验规范》要求,结合微灌理论,按照灌水少而勤的原则,以田间持水量为参考标准,确定不同灌水量下限和上限因素水平<sup>[7-8]</sup>,见表1。组合处理情况见表2,随机布置试验小区。以灌水定额为主控因子进行分析研究,确定合理的灌溉制度<sup>[9]</sup>。

表1 试验因素水平

因素	A	B
	灌水下限 (占田间持水量%)	灌水上限 (占田间持水量%)
1	45	75
2	55	80
3	65	

表2 试验设计方案

小区	处理内容	灌水下限/%	灌水上限/%
I	组合1	45	75
II	组合2	55	75
III	组合3	65	75
IV	组合4	45	80
V	组合5	55	80
VI	组合6	65	80

2.2.2 试验小区布置 根据《灌溉试验规范》,试验小区的面积不宜过小或过大,过小则受外界因素的影响就相对加剧,误差增大;过大可能因局部地势的不同造成小区间土壤差异,反而降低了试验的准确性。因此,试验小区面积确定为 $67\text{ m}^2$ ,长宽比为3:1,随机排列。

根据规范和以往经验,确定重复数为3次。重复设置的目的是为了提高试验准确性,因为即使对试验地经过非常严格的选择,土壤肥力不均匀仍然是不可避免的,增加试验重复次数,能够减少肥力差异所造成的试验误差,提高平均数的可靠性,根据理论分析,误差的大小与重复次数的平方根成反比,故重复多,则误差小。

为防止试验受到外界损害,减少试验边际接受阳光和通风条件好的影响,在小区周围设置保护区,其面积为试验小区的一半,见图1。

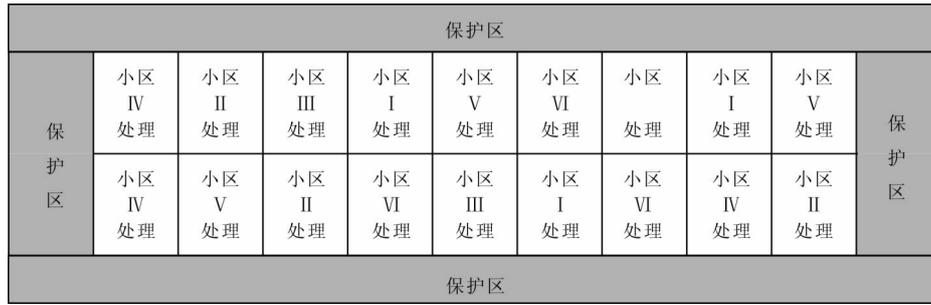


图 1 试验小区布置平面图

2.2.3 种植操作要点 供试马铃薯品种为脱毒夏波蒂原种<sup>[10]</sup>,4月20日播种,播前3d进行种薯切种,切块大小为30g,每个切块留1~2个芽眼,各小区同天播种、密度均匀、深浅一致。实行窄垄、单行栽培,垄宽60cm,沟宽30cm,沟深20cm,行距90cm,株距15cm,种植密度约70500株/hm<sup>2</sup>。在每一垄面窄行间居中位置铺设一条滴灌带。对照区为常规沟灌。施肥质量和数量一致<sup>[11-12]</sup>,底肥:施农家肥30m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,钾肥120kg/hm<sup>2</sup>,尿素150kg/hm<sup>2</sup>,磷二铵195kg/hm<sup>2</sup>,硫酸锌15kg/hm<sup>2</sup>;追肥:马铃薯块茎膨大期前结合中耕培土施尿素300kg/hm<sup>2</sup>。

2.3 田间试验数据采集和测定

2.3.1 气象数据观测 以旬为单位,对以下几个方面的数据进行系统的整理:平均温度、平均最高温度、平均最低温度、相对湿度、风速、日照时数、降雨量、蒸发量;以年度为单位,对以下一些项目进行统计分析:年平均温度、全年降水量、全年蒸发量、≥0℃积温、≥10℃积温、初霜日期、终霜日期、无霜期。

2.3.2 土壤含水率及作物耗水量测定 土壤计划湿润层深度取决于旱作物主要根系活动层深度,随作物的生长发育而逐步加深。在马铃薯生长初期,根系很浅,一般采用30~40cm;随着马铃薯的成长和根系的发育,需水量增多,计划湿润层也应逐渐增加;至生长末期,由于作物根系停止发育,需水量减少,计划湿润层深度不宜继续加大,一般不超过在地下水水位较高的盐碱化地区。根据多年试验资料,马铃薯计划湿润层深度不宜大于100cm。土壤含水率采用定点测定,每个小区中的测定样点不少于两点,采用平均值确定土壤含水量。计划湿润层深度80cm,土壤含水率的测定深度不小于100cm,每20cm为一个测定段,以每月三旬为测定时间,即1、11、21日,用烘干法测定土体的含水量。作物实际耗水量通过前后两次测定的土体含水量的差值并考虑灌水、降水、渗漏等过程造成的水量变化,用水量

平衡法计算确定。有效降水量采用测量降水前后作物根系层土壤含水率变化的方法来确定。

2.3.3 作物生长发育进程 主要记录马铃薯的播种期、苗期、显蕾期、开花期、块茎膨大期、成熟期等发育特征时刻;每旬进行一次株高、叶面积的观测。

2.3.4 作物产量性状分析 作物产量包括生物产量和经济产量。生物产量由地上茎秆部分和地下块茎部分组成,经济产量指目标收获物的产量。产量性状是一个综合性状,受亩成株数、单株结薯数、样薯总重、平均薯重等诸多因素影响。按处理小区分别收获,称量计算单位面积鲜薯产量。

3 结果与分析

3.1 不同处理灌水量对马铃薯生育期的影响

马铃薯全生育期有发芽期、幼苗期、现蕾期、开花期、块茎膨大期、成熟期,为保证马铃薯种植后的发芽率,在播种前对所有处理进行了土壤含水量测定,结果表明所有处理小区的土壤水分都在控制下限以下,所以在播种前灌水,各处理均为900m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,其他各生育期均按试验设计测定土壤含水率进行灌水。各处理生育期灌水量和生育期耗水量分别见表3和表4。

从表3和表4中可知,处理IV灌水上下限控制区间大,供水充分,其耗水量最大,处理I灌水上下限控制较低,耗水量最小,说明马铃薯的耗水量是一个在一定范围内变化的值,在生育期间的耗水量是因地制宜的,受气候、土壤、农业技术措施等诸多因素的影响而变化<sup>[13]</sup>,尤其受灌水量的影响最大。而处理II、V和处理III、VI由于土壤水分控制下限设计较高,基本都在55%以上,在现蕾开花前,进行出苗后的第一次灌水。进入开花期阶段,全株匍匐茎顶端均开始膨大,块茎渐渐形成,耗水日益增大,所有处理对水需求开始敏感。到块茎膨大期,是决定块茎体积大小的关键时期,也是马铃薯需水高峰期,此时叶面积已达最大值,地上部制造的养分不断向块

茎输送,块茎的体积重量不断增长。因此,此期的水分和养分供应一定要足,保持土壤疏松,利于结薯和块茎膨大,提高经济产量。但这一时期的灌水量在 $1\ 200\ \text{m}^3/\text{hm}^2$ 左右比较适宜,过大反而影响作物产量,如处理V这一时期灌水量较大,但产量却下降

了,说明在这一时期灌水量不宜过大。成熟期也就是淀粉积累期,从茎叶开始逐渐衰老到黄枯,同化产物不断向块茎中运转,块茎体积不再增大,但重量仍在增加,期间耗水不多。

表3 马铃薯各生育期灌水量及产量

 $\text{m}^3/\text{hm}^2, \text{kg}/\text{hm}^2$ 

处理	发芽期	幼苗期	现蕾期	开花期	块茎膨大期	成熟期	全生育期	产量	
I	重复1	900.00	0.00	0.00	585.9	1531.65	282.3	3299.85	25470
	重复2	900.00	0.00	0.00	571.20	1493.39	275.18	3240.00	25995
	重复3	900.00	0.00	0.00	336.90	880.72	162.29	2280.00	24945
	平均值	900.00	0.00	0.00	498.00	1302.00	240.00	2940.00	25470
II	重复1	900.00	0.00	267.75	383.10	1052.63	171.38	2775.00	27405
	重复2	900.00	0.00	329.87	471.96	1296.83	211.13	3210.00	28845
	重复3	900.00	0.00	302.02	432.15	1187.36	193.31	3015.00	25950
	平均值	900.00	0.00	300.00	429.00	1179.00	192.00	3000.00	27405
III	重复1	900.00	0.00	524.26	647.85	1213.28	254.64	3540.00	29325
	重复2	900.00	0.00	351.49	434.45	813.45	170.72	2670.00	23400
	重复3	900.00	0.00	384.26	474.90	889.28	186.64	2835.00	26355
	平均值	900.00	0.00	420.00	519.00	972.00	204.00	3015.00	26355
IV	重复1	900.00	0.00	0.00	423.30	978.48	218.16	2520.00	24855
	重复2	900.00	0.00	0.00	603.75	1395.24	311.08	3210.00	23460
	重复3	900.00	0.00	0.00	737.01	1703.28	379.76	3720.00	24165
	平均值	900.00	0.00	0.00	588.00	1359.00	303.00	3150.00	24165
V	重复1	900.00	0.00	208.10	240.92	1625.56	145.43	3120.00	22800
	重复2	900.00	0.00	183.33	213.89	1502.78	125.00	2925.00	21150
	重复3	900.00	0.00	238.57	314.19	1776.67	170.57	3360.00	24450
	平均值	900.00	0.00	210.00	243.00	1635.00	14700	3135.00	22800
VI	重复1	900.00	0.00	522.45	600.82	1028.57	248.16	3300.00	24360
	重复2	900.00	0.00	444.08	510.69	874.29	210.94	2940.00	25230
	重复3	900.00	0.00	473.47	544.49	932.14	224.90	3075.00	26100
	平均值	900.00	0.00	480.00	552.00	945.00	228.00	3105.00	25230

表4 马铃薯生育期耗水量

 $\text{m}^3/\text{hm}^2$ 

处理	播前土壤 储水量	收获土壤 储水量	有效 降水量	灌水量	耗水量
I	1794.0	872.5	1014.5	2940.0	4876.0
II	1820.5	930.0	1014.5	3000.0	4905.0
III	1816.5	915.0	1014.5	3015.0	4931.0
IV	1863.5	825.0	1014.5	3150.0	5230.0
V	1794.0	970.0	1014.5	3135.0	4973.0
VI	1903.5	980.0	1014.5	3105.0	5042.0

### 3.2 马铃薯生育期灌水量与产量关系

试验最终结果得出每个处理马铃薯灌水量相应的产量见表5。由表5绘制马铃薯产量与灌溉定额的关系图,见图2。

由表5、图2对马铃薯产量与灌溉定额进行回归分析,马铃薯灌水量与产量存在显著的相关关系。回归方程式为:

$$y = -0.1887x^2 + 1137.4x - 2 \times 10^6 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.7769$$

表 5 马铃薯灌水量与产量

处理	I	II	III	IV	V	VI
X 灌水量/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	2940.00	3000.00	3015.00	3150.00	3135.00	3105.00
Y 产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )	25470.00	27405.00	26355.00	24165.00	22800.00	25230.00

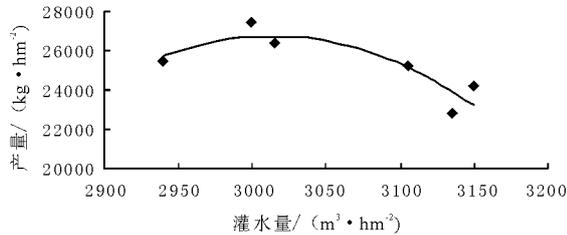


图 2 马铃薯产量与灌水量关系图

从表 4.5 和图 2 可看出,水分利用效率随耗水量的增加,有一个由增大到减小的变化过程。供水过量易致茎叶徒长,甚至倒伏,影响块茎产量,也不能获得高产。因此,马铃薯灌溉定额在 2 940~3 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 时,产量随灌水量的增加而增产<sup>[14]</sup>,灌溉定额达到 3 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 时,产量接近峰值,而后随着水量的增加产量逐渐减小,水量超过 3 100 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 时,产量减少迅速,说明马铃薯适宜灌溉定额为 3 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 左右。

3.3 滴灌条件下马铃薯适宜灌水控制指标

在试验中,滴灌条件下马铃薯的适宜灌水控制指标以土壤含量情况确定。其下限分别为 45%、55%、65%。上限为 75% 和 80%,同时对灌水次数亦分为三种情况,各处理控制指标见表 6。表 6 中,对各处理的产量相互比较,在灌水下限指标为 55%、灌水上限为 75% 时,产量

达到较高值,说明马铃薯夏波蒂对水分敏感<sup>[15]</sup>。另外从滴灌灌水次数上看,灌水次数多的处理产量较高一点,说明在滴灌条件下,灌水次数对马铃薯生长也有影响。综上分析可知,马铃薯的适宜生长发育的土壤含水率下限不宜低于田间持水量的 55%,上限在 75%~80% 之间,生育期灌溉定额在 3 000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> 左右,灌水次数 5~6 次为宜,符合滴灌灌水少而勤的原则。

表 6 灌水控制指标与产量关系

处理	灌水 下限/%	灌水 上限/%	灌水 次数	灌溉定额/ (m <sup>3</sup> ·hm <sup>-2</sup> )	平均产量 (kg·hm <sup>-2</sup> )	差异/ %
I	45	75	4	2940	25470	8
II	55	75	5	3000	27405	
III	65	75	6	3015	26355	4
IV	45	80	4	3150	24165	13.4
V	55	80	5	3135	22800	20.2
VI	65	80	6	3105	25230	8.6

3.4 滴灌灌溉的增产增收效益

对各处理进行考种,每个处理随机抽取 5 株马铃薯进行分析,分别对单株结薯数,单株薯重、大薯率、样株薯重等进行测算,然后计算出各处理的作物产量,见表 7。

表 7 脱毒马铃薯考种汇总表

处理	重复	样株数	单株结薯数	单株薯重/kg	芽眼数	大薯率/%	样株薯重/kg	苗株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
I	1	5	2.8	0.37	7.8	78.34	0.37	70650	25470
	2	5	4.6	0.42	5.6	59.91	0.42	67815	25995
	3	5	2.4	0.42	8.6	80.00	0.42	67740	24945
	平均	5	3.3	0.40	7.3	72.75	0.40	68730	25470
II	1	5	2.4	0.54	7.9	90.00	0.54	67530	27405
	2	5	3.2	0.47	8.0	74.68	0.47	67770	28845
	3	5	2.2	0.28	5.2	83.30	0.28	67845	25950
	平均	5	2.6	0.43	7.1	82.66	0.43	67710	27405
III	1	5	2.8	0.47	5.3	83.34	0.47	67575	29325
	2	5	4.0	0.37	6.2	39.67	0.37	67800	23400
	3	5	2.4	0.61	10.8	90.00	0.61	67815	26355
	平均	5	3.1	0.48	7.4	71.00	0.48	67725	26355
IV	1	5	3.0	0.47	6.0	78.34	0.47	67290	24855
	2	5	2.2	0.37	6.2	66.00	0.35	67590	23460
	3	5	2.2	0.52	9.9	80.00	0.52	67890	24165
	平均	5	2.5	0.45	7.4	74.78	0.45	67590	24165

续表 7

处理	重复	样株数	单株结薯数	单株薯重/kg	芽眼数	大薯率/%	样株薯重/kg	苗株数/(株·hm <sup>-2</sup> )	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )
V	1	5	3.6	0.32	5.0	73.34	0.32	67890	22800
	2	5	3.8	0.69	7.5	68.80	0.69	67725	21150
	3	5	3.4	0.57	8.8	78.00	0.57	67650	24450
	平均	5	3.6	0.53	7.1	73.38	0.53	67755	22800
VI	1	5	2.8	0.35	7.0	80.00	0.35	67680	24360
	2	5	2.6	0.52	8.4	93.60	0.52	67710	25230
	3	5	2.6	0.42	8.0	65.00	0.42	67815	26100
	平均	5	2.7	0.43	7.8	79.53	0.43	67725	25230
对照区		5	2.4	0.20	6.0	86.60	0.20	67695	16230

不同处理除土壤湿度控制标准不同外,其它农业栽培管理措施相同,马铃薯产量有所差异。从表6和表7中看出,马铃薯产量在试验处理间的变化趋势与土壤水分情况基本一致,滴灌处理土壤水分条件好,马铃薯产量高,与对照区地面沟灌产量相比较,每公顷增产11 175 kg,以每公斤脱毒品种夏波蒂鲜薯2.50元价格计算,每公顷增产值27 930元,除去滴灌水价、工程投资年折旧费及运行费每公顷共计6 375元,则每公顷净增收21 555元,经济效益明显,单方水产出高<sup>[16]</sup>。

## 4 结论与讨论

(1) 马铃薯夏波蒂薯块呈长椭球形,薯肉白色,致密度紧,芽眼浅,结薯集中,全生育期约120 d,休眠期30 d,为中晚熟型品种。在滴灌条件下,生育期适宜的土壤含水率下限不宜低于田间持水量的55%,上限控制在田间持水量的75%~80%,灌溉定额控制在3 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>左右,以保证马铃薯能正常生长发育。

(2) 在滴灌条件下,因每次灌水定额不大,故灌水次数不宜太少,宜控制在5~6次为宜,若降水较少,可视情况增加灌水次数。

(3) 在滴灌条件下马铃薯灌溉试验研究表明,影响马铃薯产量最主要的因素是灌溉定额,灌溉定额和产量呈显著相关的关系,灌溉定额控制在3 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>左右时,增产效果最显著,不但保证马铃薯能正常生长发育,还可提高马铃薯的营养品质。

### 参考文献:

[1] 李志虹,苗苗,李淑荣,等. 马铃薯抗旱抗逆试验[J]. 现代农业,2014(10):18-20.  
[2] 马微,尹娟. 不同灌水处理对马铃薯块茎品质及产量的

影响[J]. 宁夏工程技术,2011,10(3):232-235.

- [3] 杜建民,王峰,左忠,等. 旱地马铃薯根际补灌栽培最佳补灌时期及适宜补灌量研究[J]. 干旱地区农业研究,2009,27(2):129-132.  
[4] 周皓蕾,买自珍,袁丕成. 马铃薯膜下滴灌水肥一体化栽培研究[J]. 宁夏农林科技,2011,52(10):1-2.  
[5] 马力,马达,张峰. 不同灌溉方式在马铃薯生产上的应用效果[J]. 中国马铃薯,2011,25(2):89-91.  
[6] 董道峰,吴广侠,马蕾,等. 马铃薯节水灌溉模式研究[J]. 山东农业科学,2013,45(10):67-91.  
[7] 江俊燕,汪有科. 不同灌水量和灌水周期对滴灌马铃薯生长及产量的影响[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(2):121-125.  
[8] 刘占东,肖俊夫,于秀琴. 不同土壤水分处理对马铃薯形态指标、耗水量及产量的影响[J]. 中国农村水利水电,2010(8):1-3+7.  
[9] 武朝宝,任罡,李金玉. 马铃薯需水量与灌溉制度试验研究[J]. 灌溉排水学报,2009:93-95.  
[10] 吴燕,冯怀章,罗正乾,等. 不同节水灌溉技术在脱毒马铃薯生产中的应用[J]. 农村科技,2014(1):7-9.  
[11] 张志伟,梁斌,李俊良,等. 不同灌溉施肥方式对马铃薯产量和养分吸收的影响[J]. 中国农学通报,2013,29(36):268-272.  
[12] 苏小娟. 施肥对不同品种马铃薯养分产量和品质的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学,2010.  
[13] 林叶春,胡跃高,曾昭海. 不同节水措施对马铃薯生长及水分利用的影响[J]. 干旱地区农业研究,2010,28(1):54-60.  
[14] 王俊国. 建薯1号马铃薯生育期适宜土壤水分指标研究[J]. 安徽农业科学,2010,38(32):18119-18120+18154.  
[15] 秦军红,蒙美莲,陈有君,等. 马铃薯膜下滴灌增产效应的研究[J]. 中国农学通报,2011,27(18):204-208.  
[16] 王玉明,张子义,樊明寿. 马铃薯膜下滴灌节水及生产效率的初步研究[J]. 中国马铃薯,2009,23(3):148-151.