

# 基于地理滴灌不同灌水定额苜蓿长势和产量变化趋势及土壤水分运移规律

陶振水<sup>1</sup> 张洪银<sup>2</sup> 殷韶梅<sup>2</sup> 吴佳瑞<sup>2</sup> 寇宏业<sup>1</sup>

1. 宁夏农垦平吉堡农场有限公司 宁夏 银川 750024

2. 宁夏农垦农林牧技术推广服务中心 宁夏 银川 750001

**摘要:**宁夏作为水资源严重紧缺地区,近年来,伴随着畜牧业快速发展,苜蓿因具有产量高、品质好、适口性好等特点,种植大面积持续增加,但常规灌溉方式下苜蓿整个生育期耗水量高达 $1000\text{m}^3/667\text{m}^2$ 以上,在耕地面积增加而农业用水供水量逐年下降情况下,通过试验研究,探究利于苜蓿生产的高效节水灌溉技术模式。结果表明,基于本研究土壤及气候等因素影响的条件下,为促进新植苜蓿生长,前中期需水量较大,灌水定额趋于处理T4时,苜蓿出苗率高,后期长势优,苜蓿生长和产量等指标呈现出开口向下的抛物线趋势,土壤水分分布平及垂直扩散效果最好,更适合新植苜蓿生长发育。

**关键词:**地理滴灌;灌水定额;长势和产量;水分运移

**引言:**宁夏地处黄土高原,日照充足,热量丰富,利于作物生长,但降水少,水资源单一,可利用地下水少,农业灌溉用水资源严重紧缺,制约着本地区农牧业和经济的可持续发展。提高水资源利用效率,发展节水灌溉,是解决本地区水资源紧张的重要手段之一<sup>[1]</sup>。近年来,伴随着畜牧业快速发展,苜蓿种植大面积持续增加,但常规灌溉方式下苜蓿整个生育期耗水量高达 $1000\text{m}^3/667\text{m}^2$ 以上,在耕地面积增加而农业用水供水量逐年下降情况下,开展地理滴灌技术研究尤为重要,但在本地区地理滴灌苜蓿技术还处于初级阶段,集成技术管理模式还不够成熟,土壤水分运移规律还不明确。为此开展基于地理滴灌不同灌水定额紫花苜蓿长势和产量变化趋势及土壤水分运移规律试验研究十分有意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验区地理位置介于东经 $106^{\circ}02'10''\sim 106^{\circ}02'38''$ ,北纬 $38^{\circ}25'16''\sim 38^{\circ}25'55''$ 之间,属于典型的大陆性气候,冬春干燥多风,夏季闷热干旱,日照充足,风大沙多,秋季昼夜温差大。年日照时数为 $2800\sim 3300\text{h}$ 。多年平均气温 $8.5^{\circ}\text{C}$ ,最高气温 $30^{\circ}\text{C}$ ,昼夜温差 $8\sim 15^{\circ}\text{C}$ ,最低气温 $-25^{\circ}\text{C}$ 。多年平均降水量 $187\text{mm}$ ,蒸发量 $1250\text{mm}$ 。地下潜水位埋深在 $2\text{m}$ 以下,地处试验区引黄灌区,土壤主要以沙壤土为主,表层是沙壤土覆盖层,局部有湖泊沉积的淤泥或淤泥质土,下层为粉细沙层。

**作者简介:**陶振水(1975-),男,河南平顶山人,本科,高级农艺师,主要从事农业技术推广和作物栽培等研究工作。

### 1.2 试验设计

试验材料为新栽紫花苜蓿,品种为超能4号。试验区灌水周期与区域轮灌时间同步,试验因素设定为不同灌水定额,分别为T1( $20\text{m}^3/667\text{m}^2$ )、T2( $30\text{m}^3/667\text{m}^2$ )、T3( $40\text{m}^3/667\text{m}^2$ )、T4( $50\text{m}^3/667\text{m}^2$ )、T5( $60\text{m}^3/667\text{m}^2$ )5个处理,每个处理试验区区长 $45\text{m}$ ,宽 $14\text{m}$ ,面积为 $630\text{m}^2$ ,试验区总面积为 $3150\text{m}^2$ ,每个试验小区标记3个监测区作为重复,分析不同处理各项指标变化情况。灌溉方式为地理滴灌,分支管规格为PE $\phi 95$ ,L型布设, $90^{\circ}$ 弯头后接压力表,每个处理首尾分别布设给水管和排水管各一根,规格为PE $\phi 50$ ,分别用盲管与滴灌带连接,埋深与分支管在同一平面内;给水管进水处分别安转球阀和水表,排水管尾部加装排气阀和球阀;滴灌带垂直给水管铺设,埋深为 $15\text{cm}$ ,间距为 $50\text{cm}$ ,滴头流量为 $1.38\text{L/h}$ ,滴头间距为 $30\text{cm}$ 。采用干播湿出技术播种,播后立即灌水,灌水量满足地表水湿润斑连续但不出现积水,确保出苗率和保苗率。自苗期开始监测水量,二茬开始处理,以二茬苜蓿监测数据为典型进行分析。

### 1.3 观测项目及方法

①株高、分枝数、茎粗、SPAD等指标测定。每个处理区内,选择3个长势均匀的一平米监测区,设立标记,刈割前随机选取10株,进行测定。②经济指标测定。苜蓿刈割前(初花期),对所标记的监测区进行人工收割(留茬 $5\text{cm}$ ),去除杂草、杂物,现场称重,另取样(大于 $100\text{g}$ )装袋,使用精度为 $0.01\text{g}$ 的电子秤称重,送至实验室,采用烘箱 $105^{\circ}\text{C}$ 杀青30分钟后,在 $85^{\circ}\text{C}$ 内烘干至恒

重, 确定苜蓿鲜草重、含水量、干草重, 干鲜比、茎叶比等指标。③水分运移的测定, 灌溉过程中在垂直滴灌带且距来水方向的滴头10cm处开挖100\*60\*80cm的观测断面, 将断面内多余滴头堵住, 定时监测不同处理水分在土壤中运移动态变化。

#### 1.4 统计分析方法

采用WPS Office 2019、Surfer 11等软件和DPS7.05进行试验数据统计与分析。各项指标均采用Duncan方法做

方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同灌溉水平下苜蓿生长指标变化趋势

抽取二茬苜蓿作为典型代表, 分别对株高、分枝数、茎粗、SPAD等指标, 采用EXCEL软件进行数据分析。由图1看出, 植株生长趋势总体表现为随着灌水量增加先快速增长后逐步放缓, 呈较强的一元两次拟合曲线函数关系。

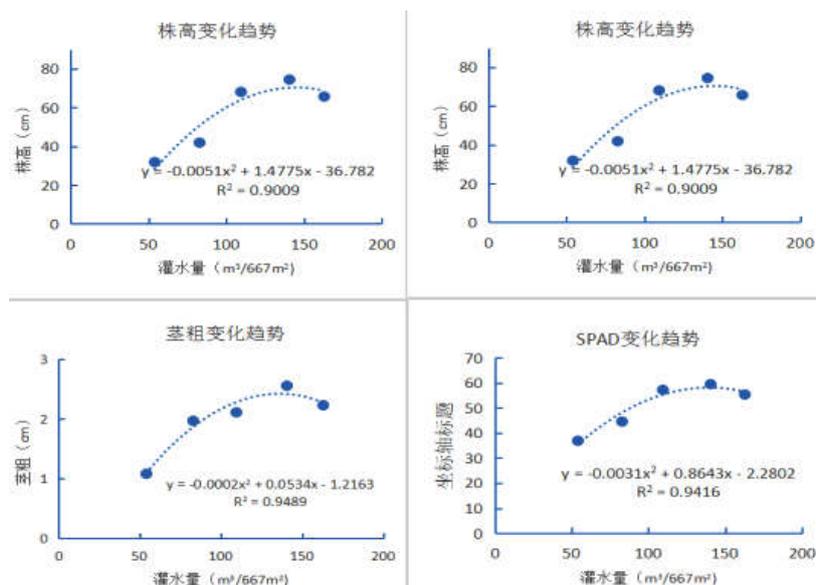


图1 各生长指标变化

通过对各生长指标数据分析结果表明, 不同灌溉水平条件下各生长指标显著性参数P值均小于0.01, 表明处理间存在显著差异。

表1 不同处理苜蓿长势性状显著性分析

处理	株高	分枝数	茎粗	SPAD
T1	31.87±4.18 e	5.50±0.97 b	1.08±0.17 c	36.85±3.87 c
T2	41.88±7.78 d	7.40±1.58 a	1.97±0.28 b	44.51±3.57 C
T3	68.10±5.09 ab	7.60±1.35 a	2.11±0.66 ab	57.15±1.55 a
T4	74.47±9.83 a	9.00±1.25 a	2.55±0.37 a	59.40±4.10 a
T5	65.69±6.65 b	8.00±1.63 a	2.23±0.22 ab	55.28±4.28 a
P值		<0.01		

由表1看出, T1、T2之间及T3、T4、T5之间未表现出明显差异, 但T1、T2和T3、T4、T5两者之间出现明显差异, 总体表现为T4处理优于其它各处理, 除茎粗指标表现为T3 > T4外, 其它指标均表现出T4 > T5 > T3 > T2 > T1的趋势。

### 2.2 不同灌溉水平下苜蓿产量变化趋势

每个处理标定100\*100cm²的样方3处, 实际取样时均大于样方面积, 参与经济性状数据监测与分析的参数

为样方面积、小样鲜重、小样干重、含水率、干鲜比、亩均鲜草重、亩均干草重等。干鲜重采用每个样方均匀选取不少于5kg鲜草小样, 抽取二茬苜蓿作为典型代表, 对苜蓿经济指标进行测定分析。总体表现为, 苜蓿鲜重和干重均随灌水量的增加而增加, 上升速度较快, 在T4处理时重量增加明显, 之后又略有降低, 呈现出开口向下的抛物线趋势。具体表现为苜蓿不同灌溉水平与鲜重间函数关系体现为一元二次方程 $y = -30.444x^2 + 266.03x + 122.98$  ( $R^2 = 0.8852$ ); 不同灌溉水平与干重呈现的一元二次方程为 $y = -10.777x^2 + 91.264x + 97.754$  ( $R^2 = 0.8809$ ), 由回归决定系数看出苜蓿鲜草与干草间吻合度较高。

### 2.3 不同灌溉水平下土壤水分运移规律

根据灌溉水平不同, 选取不同时段进行观测, 采用七点法测定断面湿润斑趋势, 灌溉结束后, 水平和垂直分别间隔10cm进行含水量测定, 绘制等含水量运移图, 分析不同处理土壤水分运移性状。

由图2看出, 不同灌溉水平处理条件下在垂直滴灌带断面上, 总体表现为, 随灌溉时间增加, 水平方向同

一土层内距滴头越远土壤水分越小，垂直方向内不同土层深度土壤水分动态变化差异不同。土层10cm内水分运移幅度增加不大，土壤水分动态变化接近，10cm至30cm时，水分运移幅度较大，水平方向较垂直方向水分运行速率大；土壤水分动态变化接近大于30cm时，垂直方向较水平方向水分运行速率较快且差异明显，这符合试验区土层30cm以下为清砂的土壤结构分布现状。灌水结束后，在水平方向上，T1、T2处理各土层深度内土壤水分运移幅度不大，两个滴头间水分运移图斑未能衔接，T3处理在土层深度10cm至30cm内土壤水分运移幅度较大，两个滴头间水分运移图斑已衔接，而小于10cm及大于

30cm的土层深度内水分运移图斑未衔接，T4处理在土层深度5cm至40cm内土壤水分运移幅度较大，两个滴头间水分运移图斑已衔接，T5处理水分入渗深度达到78cm，两个滴头间水分运移图斑完全衔接；50cm以下土层中根系分布较少，该土层以下灌溉是无意义的。这说明灌水量过大降低了土壤透气性不利于苜蓿生长，过量的水同时导致肥料大量流失于深层土壤中。由上图分析可知T4处理土壤水分分布水平及垂直扩散满足苜蓿生长需要。T4灌溉水平下土壤水分运移水平及垂直距离与与根系主要聚集在距地表垂直距离30至40 cm 的土层、水平方向上距滴灌带 30至40 cm 的土壤中结论吻合<sup>[2-4]</sup>。

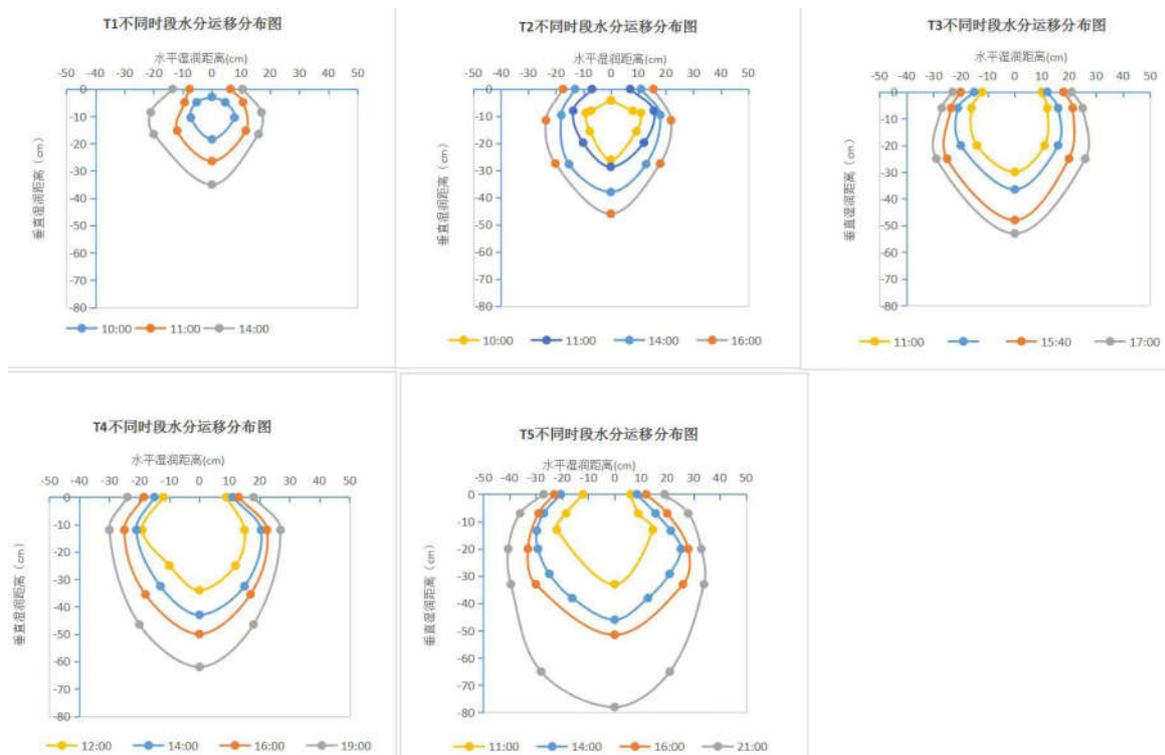


图2 不同灌水定额土壤水分运移分布

### 3 结论与讨论

苜蓿植株生长趋势总体表现为随着灌水量增加先快速增长后逐步放缓，不同灌溉水平下各指标均存在较强的一元两次拟合曲线函数关系，其中株高和叶绿素对生长性状影响具有较强的代表性，影响植株长势优劣的灌溉水平由高到低依次为T4 > T5 > T3 > T2 > T1，表明水分过度亏缺和盈余均不利于植株生长。苜蓿鲜重和干重均随灌水量的增加而增加，上升速度较快，在T4处理时重量增加明显，之后开始减弱，呈现出开口向下的抛物线趋势。灌水定额过大导致肥料大量流失于深层土壤的同时降低了土壤透气性不利于苜蓿生长，基于本试验砂质土壤条件下，T4处理的土壤水分分布平及垂直扩散效果最

好，更适合新植苜蓿生长。

### 参考文献

[1]范琳,邓晶.宁夏退化土地生态修复工程规划[J].陕西林业科技,2018,46(06):110-114+123.  
 [2]郑和祥,李和平,曹雪松.喷灌条件下不同茬次紫花苜蓿的耗水规律与灌溉制度[J].排灌机械工程学报,2018,36(09):785-789.  
 [3]高凌智.鄂尔多斯高原区紫花苜蓿地埋式滴灌布设方式及高效用水研究[D].内蒙古农业大学,2021. DOI:10.27229/d.cnki.gnmnu.2021.000658.  
 [4]郭彦芬,霍轶珍,王文达.紫花苜蓿耗水规律及灌溉制度优化研究[J].节水灌溉,2017,(03):8-10+13.