

# 打瓜生长指标和产量对不同灌水定额的响应

徐剑, 赵经华\*, 马英杰, 陈凯丽

(新疆农业大学水利与土木工程学院, 乌鲁木齐 830052)

**摘要:**【目的】研究不同灌水定额下打瓜生长指标和产量及其构成的变化, 筛选适宜的灌水定额。【方法】结合田间试验和模糊综合评判法, 设定了5个不同的灌水定额, 分别为300、375、450、525、600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, 研究不同灌水定额对打瓜生长指标及产量影响的同时, 以产量、作物耗水量和WUE为主要因素, 利用模糊综合评判法综合评价了田间试验结果。【结果】打瓜生长, 打瓜主蔓长、次蔓数随着灌水定额的增加而增加。600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额下主蔓长和次蔓数最大, 525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额次之; 在伸蔓现蕾期和果实膨大期, 525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额和600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额下生长指标无显著差异。525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额下产量和WUE最大, 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额次之, 且525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额与600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额间差异显著。525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额下打瓜产能优, 且生长较好。基于模糊综合评判方法, 525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额更适合打瓜农田灌溉。【结论】结合大田试验和模糊综合评判结果, 建议选用525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>灌水定额。

**关键词:**打瓜; 灌水定额; 生长指标; 模糊综合评判

中图分类号:S157.2

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.0466

徐剑, 赵经华, 马英杰, 等. 打瓜生长指标和产量对不同灌水定额的响应[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(9): 16-21.

## 0 引言

打瓜(*Catullus landaus* var. *megulasnemus* Lin et Chao)是籽用西瓜的一种<sup>[1]</sup>, 与西瓜相比其外形无明显锥度, 纹理清晰, 深色瓜纹较细, 浅色瓜纹较粗。瓜瓤多为白色, 瓤内瓜籽分布与普通西瓜类似, 呈圆弧状排列。在我国有史册记载的红打瓜栽培距今已有超过400 a的历史, 而黑打瓜栽培年限相对较短。依据打瓜种子的不同性状将打瓜分为红、黑2大类。打瓜及籽粒具有丰富蛋白质和植物油资源, 常常作为非处方药品制作原料<sup>[2-3]</sup>。打瓜的种植面积日益增加, 尤其是新疆塔城、阿勒泰等地区打瓜种植面积逐渐扩大, 打瓜在经济作物中的地位越来越高<sup>[4-6]</sup>。目前对打瓜的研究主要集中在打瓜机械化种植、栽培技术、生理特性<sup>[7-8]</sup>, 对打瓜生长和产量的研究较为鲜见。有学者以前人种植经验为依据, 论述了膜下滴灌下打瓜种植注意事项、田间管理工作的具体实施、病虫害防治措施, 并总结出打瓜高产灌溉制度<sup>[9-10]</sup>。但新疆局部地区海拔差异大、水汽补给不足, 农业水资源不足且利用率低<sup>[11-12]</sup>, 因此, 研究新疆打瓜节水灌溉制度具有实际意义。模糊综合评判法可以应用于很多场合, 并能有效地解决日常难处理的问题<sup>[13-15]</sup>, 可用于大田试验节水评价<sup>[16]</sup>。为此, 在大田试验的基础上, 利用模糊数学模型辅助分析不同灌水定额对打瓜生长及产量的影响, 同时利用作物耗水量、水分利用效率、产量及其构成等指标对5种不同的灌水定额进行初步评价, 再以产量和水分利用效率为主要因素, 利用模糊综合评判法对5种灌水定额进行综合评价, 确定适合北疆打瓜节水增产的灌溉制度, 以期在北疆打瓜节水灌溉提供一定科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验于2016年5—9月在阿勒泰地区福海县阔克阿尕什乡附近的试验站(47°1'12"N, 87°35'55"E, 海拔504 m)进行。该地区土壤全氮量为0.027%, 速效氮量为19.5 mg/kg, 速效磷量为9.0 mg/kg, 速效钾量为92.4

收稿日期:2017-08-07

基金项目:新疆水利科技项目(2017G01);新疆水利水电工程重点学科基金项目(XJZDXK-2002-10-05)

作者简介:徐剑(1993-),男,新疆库尔勒人。硕士研究生,主要从事灌溉节水理论研究。E-mail: 1587627735@qq.com

通信作者:赵经华(1979-),男,新疆奇台人。副教授,硕士生导师,博士,主要从事节水灌溉技术研究。E-mail: zhaojinghuaxj@126.com

mg/kg。试验区土质砾石沙土,0~30 cm土层含有少量砾石,30~60 cm土层多为大砾石土。水源来自哈拉霍英干渠,pH值为8.10。试验地设置有小型气象站,5月下旬至8月下旬平均气温为23℃;2016年打瓜生育期内气温≥15℃的活动积温为2291℃,实际日照时间为1547h;最高速阵风风速14.86m/s,其他基本气象资料见表1。

表1 2016年试验站基本气象资料

气象因素	5月下旬	6月			7月			8月			9月上旬
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
最高温度/℃	29.64	34.62	31.51	32.87	32.67	35.32	34.84	35.50	31.64	32.59	32.56
平均温度/℃	18.97	23.74	21.66	21.59	24.43	24.54	24.67	23.43	22.36	21.41	19.82
最高风速/(m·s <sup>-1</sup> )	9.06	9.06	8.05	9.06	6.54	8.05	7.05	7.05	5.03	4.53	9.06
平均风速/(m·s <sup>-1</sup> )	2.01	2.42	2.89	1.58	1.97	1.46	1.05	1.66	0.84	0.89	1.04
总降雨量/mm	0.80	11.30	14.80	5.80	22.80	2.00	4.80	7.40	0.60	0.00	0.00
有效降雨量/mm	0.00	0.00	14.20	5.80	22.80	0.00	0.00	5.10	0.00	0.00	0.00

## 1.2 试验材料

打瓜供试品种为“黑大片”。籽粒为黑色边缘,中心为白色或者淡黄色。毛管选用滴头间距0.3m、滴头流量3.0L/h的单翼迷宫式滴灌带。施肥情况及农田管理措施均与当地大田一致。

## 1.3 试验设计

打瓜试验设5个不同灌水定额,分别为300(W1)、375(W2)、450(W3)、525(W4)、600m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>(W5),打瓜灌溉方案如表1所示,每个处理3个重复。打瓜试验田面积为0.6hm<sup>2</sup>,单个小区面积为0.04hm<sup>2</sup>,小区布置以W1至W5灌水定额的大小顺序方式排列。节水灌溉方式选用膜下滴灌技术,采用1膜1管2行、40~80cm宽窄行种植方式。灌溉周期为7d,在开花坐果期果实纵径5cm左右时进行第一次灌溉,加出苗水共8次灌溉。

6月上、中旬打瓜处于苗期,而该时段气候炎热干旱,常刮西北风,最高温度35℃,最高风速9m/s,气候较5月下旬、6月下旬恶劣(表1)。尽管在6月中旬出现有效降雨,为14mm,但是未达到灌溉设计时间,打瓜已经出“软叶”,不利于保苗。为保证试验正常进行,故在6月12日进行第1次灌溉,灌溉提前16d(表2)。因7月下旬为福海县农业用水高峰期,其他灌区急需用水,而试验用水调度延迟。故在第5次、第7次灌溉推迟1d,灌水周期为8d。

表2 打瓜灌溉方案

处理	灌水定额/(m <sup>3</sup> ·hm <sup>2</sup> )							总计	灌溉次数
	6月16日	7月2日	7月9日	7月16日	7月24日	7月30日	8月7日		
W1	300	300	300	300	300	300	300	2100	7
W2	375	375	375	375	375	375	375	2625	7
W3	450	450	450	450	450	450	450	3150	7
W4	525	525	525	525	525	525	525	3675	7
W5	600	600	600	600	600	600	600	4200	7
灌水周期/d		16	7	7	8	6	8		

## 1.4 监测内容和方法

利用基于TDR原理的TRIME-HD2(德国)仪器测定土壤含水率,每个处理埋设3个Trime探测管,Trime探测管之间的间隔为20cm。单个Trime管在垂直方向上,深度每隔10cm设1个测点,总深60cm,共6个测点。灌水前后、雨后加测。Trime管布置如图1所示。

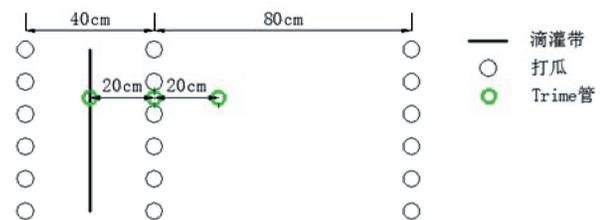


图1 田间Trime管平面布置图

小区平均土壤含水率参照文献[17]计算,即:

$$C = \left( \sum_{i=1}^6 \left( \sum_{j=1}^3 c_{ij} / 3 \right) \right) / 6, \quad (1)$$

式中: $c_{ij}$ 为第*i*土层( $i=1,2,3,4,5,6$ )的第*j*个测点( $j=1,2,3$ )的土壤含水率。

采用水量平衡原理<sup>[18]</sup>计算作物全生育期耗水量 $ET$ ,即 $ET$ =有效降水量+灌水量+地下水补给量-深层渗

漏量-储水量变化量。当次降雨量大于5 mm,记为有效降雨量;土壤计划湿润层为600 mm;经水位取样检测结果表明,该地区地下水水位在6 m以下,因此不计地下水补给;经TRIME-HD2和烘干法双向检测,结果表明试验地60 cm以下土壤含水率基本不变,因此不计深层渗漏量。

在每小区连续选取20株具有代表性植株样品,采用游标卡尺测量果实横径;将果实籽粒取出并平铺于无遮阴干燥板面,待籽粒表面瓢液晾干(瓢液不能自然滴落时,晾晒时间为40 min左右)称籽粒鲜质量;当用水分仪测得籽粒含水率为8%~10%时(当地晾晒时间为2 d,每年不同)称籽粒干质量;在每处理干籽粒中随机选取100粒,称百粒质量;根据收获1 kg干籽粒所需要鲜籽粒质量推得干燥指数<sup>[19]</sup>;采用同倍比放大法<sup>[20]</sup>,利用株数、面积和籽粒干质量折算产量。计算水分利用效率,作物水分利用效率WUE(WUE=产量/耗水量)和灌溉水利用效率IWUE(IWUE=产量/灌溉定额)。

### 1.5 分析方法

模糊综合评判法是建立在模糊数学基础之上,从多种因素对目标隶属度等级状况方面出发对目标进行综合评价的一种方法,对目标产生唯一评价,综合评价的最终结果是对应目标选出最优对象。模糊综合评判主要解决在生活、科研中多因素与目标边界不清楚的问题。隶属度计算公式为:

$$R_j = E_j / \sum_{i=1}^W E_{ij} \quad (2)$$

式中:  $R_j$  表示  $W_i$  灌水定额处理下第  $j$  个指标对应的隶属度 ( $j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ )<sup>[18]</sup>;  $E_{ij}$  表示  $W_i$  灌水定额处理下第  $j$  个指标值 ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ )。

采用Excel 2016、SPSS 22.0软件进行数据处理。

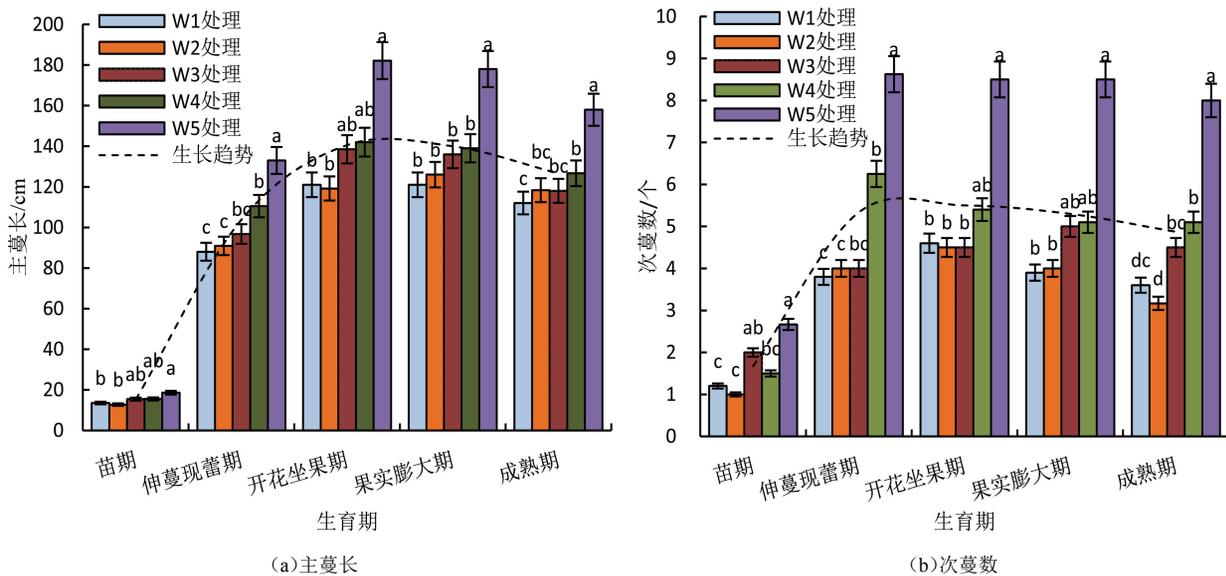


图2 不同灌水定额对打瓜生长指标的影响

## 2 结果和分析

### 2.1 不同灌水定额对滴灌打瓜生长指标的影响

从图2(图中同一时期不同字母表示处理间差异显著( $P<0.05$ ))可以看出,灌水定额显著影响打瓜主蔓长、次蔓数( $P<0.05$ )。1)在不同生育期,不同灌水定额对主蔓长影响不同。从苗期—伸蔓现蕾期,各灌水定额下打瓜主蔓长处于快速增长阶段,其中W5处理打瓜主蔓长势最快,增长量为苗期的6.16倍,W4处理打瓜主蔓长势次之,增长量占总比(增长量与生育期内主蔓最长量的比值,下同)最大,为67%,W1、W2处理主蔓长势相近且最小,各小区平均增长量为89 cm;伸蔓现蕾—开花坐果期,主蔓开始缓慢增长,各处理增长量占比比苗期—伸蔓现蕾期分别降低34%、40%、29%、45%、36%,W5处理主蔓比W1、W2、W3、W4处理分别高51%、46%、37%、20%,W5处理主蔓长与其他处理差异显著;开花坐果—果实膨大期,W3、W4、W5处理主蔓开始出现负增长现象,W1处理和W2处理主蔓长略有增长;果实膨大—成熟期,各处理下打瓜主蔓长略表现出缩减状态,出现负增长,其中W5处理主蔓最长,负增长率最大,为11%。可见,在苗期—开花坐果期灌

水对主蔓长的影响最大,开花坐果—成熟期灌水对主蔓增长的贡献逐渐减小,甚至没有贡献。在整个生育期内,W5处理主蔓长始终比其他处理大且差异显著,主蔓长表现为W5处理>W4处理>W3处理>W2处理>W1处理,说明调节灌水定额的大小可以在一定程度上控制打瓜主蔓长势和长度。

2)次蔓数变化趋势与主蔓长变化趋势类似,整体表现出增长—稳定—下降的态势。苗期—开花坐果期,各灌水定额下次蔓数快速增多,并达到最大值,其中W5处理次蔓数最多;开花坐果—果实膨大期,各处理次蔓数量趋于稳定;成熟期,打瓜植株已经开始枯萎,较小的次蔓表现出枯枝现象,各处理总次蔓数下降,其中W4处理次蔓数下降幅度最大,其他处理植株次蔓数减少较为迟缓。各灌水定额在苗期—伸蔓现蕾前期都无次蔓生长,且在果实膨大后期打瓜次蔓数都开始减少,这说明在生育期的一段时间内,灌水定额的高低只影响次蔓数的多少,而不能影响打瓜次蔓数变化的起止时间。各灌水定额影响打瓜次蔓总量的时间主要集中在伸蔓现蕾期。在整个生育期中,W5处理次蔓数始终最大,且与其他处理差异显著,W5、W4处理次蔓数与W4、W2处理的差比(同一生长阶段,W5处理和W4处理次蔓数的差与W4处理和W2处理次蔓数差的比)大于1,表明W5灌水定额能促进次蔓数量增加,且效果明显。

## 2.2 不同灌水定额下打瓜产量及构成的模糊综合评判

### 2.2.1 确定因素论域

以果实横径、果实质量、有效瓜数、干籽质量、百粒质量、干燥指数、产量、IWUE、耗水量、WUE作为评判因素的论域  $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{10}\}$ , 试验结果如表3所示。在对不同灌水定额处理小区的综合评估中还应该考虑其他因素(如温度、土壤特性、土壤肥力等),但是由于这些因素不易量化或量化差异不显著,兹暂不考虑。

表3 因素论域

处理	果实性状			产量及其构成							耗水量/ mm	WUE/ (kg·hm <sup>-2</sup> ·mm <sup>-1</sup> )	IWUE/ (kg·m <sup>-3</sup> )
	横径/ cm	质量/ (kg·个 <sup>-1</sup> )	体积/ 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	有效瓜数/ (个·株 <sup>-1</sup> )	鲜籽质量/ (kg·株 <sup>-1</sup> )	干籽质量/ (kg·株 <sup>-1</sup> )	百粒 质量/g	干燥 指数	产籽 率/%	产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )			
W1	13.60a	1.48b	1.32a	1.63a	0.112b	0.051c	25.88 c	2.21a	45.57b	1432d	183	7.81c	0.682
W2	13.97a	1.72a	1.45a	1.65a	0.116b	0.063b	26.65bc	1.83b	54.57a	1833c	193	9.50b	0.698
W3	14.00a	1.75a	1.44a	1.58a	0.131ab	0.072b	28.15ab	1.81b	55.26a	2097bc	208	10.06b	0.666
W4	16.93a	1.90a	2.64a	1.93a	0.151a	0.084a	29.00ab	1.79b	55.87a	2586a	216	11.97a	0.704
W5	17.23a	1.75a	2.95a	1.68a	0.135ab	0.074ab	27.20bc	1.82b	55.15a	2288 bc	223	10.26b	0.545

注 同列不同小写字母代表差异达到显著水平( $P < 0.05$ )。

### 2.2.2 计算隶属度矩阵

根据式(2)计算性状隶属度,因为评判因素论域中存在异向指标,所以在计算过程中将干燥指数和耗水量取倒数后再计算。将表3数据处理得到隶属度向量  $r_j = (r_{j1}, r_{j2}, r_{j3}, \dots)$ , 最终得到隶属度矩阵  $R = (r_1, r_2, r_3, \dots)^T$ , 见表4。

表4 不同灌水定额处理打瓜的性状模糊集

处理	果实横径	果实质量	有效瓜数	干籽质量	百粒质量	干燥指数	产量	IWUE	耗水量	WUE
W1	0.179 6	0.172 1	0.192 4	0.148 3	0.189 1	0.170 6	0.139 9	0.207 0	0.222 1	0.157 4
W2	0.184 5	0.200 0	0.194 8	0.183 1	0.194 7	0.205 2	0.179 1	0.211 8	0.211 2	0.191 6
W3	0.184 9	0.203 5	0.186 5	0.209 3	0.205 7	0.207 7	0.204 9	0.202 1	0.195 4	0.202 8
W4	0.223 6	0.220 9	0.227 9	0.244 2	0.211 9	0.209 9	0.252 6	0.213 7	0.188 6	0.241 4
W5	0.227 5	0.203 5	0.198 3	0.215 1	0.198 7	0.206 7	0.223 5	0.165 4	0.182 7	0.206 9

### 2.2.3 确定权重

权重选择的适宜与否将直接影响最终结果。确定权重的方法有很多种,如专家预测、层次分析、加权平均、Delphi、灰色关联度、“超标法”等。采用专家预测法,由10位对该试验地及试验深度了解的节水灌溉专家及长期从事节水灌溉试验的技术人员进行评估,得权重模糊集  $A = (0.05, 0.05, 0.05, 0.1, 0.1, 0.05, 0.15, 0.1, 0.15, 0.2)$ 。

### 2.2.4 计算综合评判集

综合评判集  $B = A \circ R$ , 算子  $\circ$  选用“相乘有界和”, 其表达式为  $f_j = \min\left(1, \sum_{i=1}^n a_i r_{ij}\right)$ , 经计算得出  $B = (0.175 9, 0.195 0, 0.201 4, 0.225 5, 0.202 0)$ 。结果表明,对W4处理评价最高,W1处理最低,在5个处理中W4处理更

有利于打瓜节水增产灌溉。

### 2.2.5 分析

从表3可以看出,不同灌水定额对单个果实形体的影响不同,各处理小区之间果实形体性状没有显著差异。随着灌水定额的增加,果实横径、果实质量、果实体积表现为缓慢增加态势,其中W5处理果实横径、果实体积最大,而果实质量却和W3处理相近,W4处理果实质量最大。W5、W4、W3、W2处理果实质量分别比W1处理高18%、28%、18%、16%,说明增加灌水定额可以增加果实质量,当灌水定额达到 $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 时,灌水定额不再对果实质量有增大作用,W5处理出现坏瓜,坏瓜在内部溃烂处表现局部萎缩,使果实质量较低。由 $450\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 增加至 $525\text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,果实横径增长率最大,约为21%。W1处理果实横径、果实质量、果实外体积均最小,W4处理果实质量最大,且不会出现坏瓜现象。

灌水定额与打瓜鲜籽质量、干籽质量、百粒质量、产量、*IWUE*有着密切联系。随着灌水定额的增加,打瓜鲜籽质量、干籽质量、百粒质量、产量呈现出不同程度的增大。其中W4处理打瓜单株有效瓜数、鲜籽质量、干籽质量、百粒质量、产籽率最大,且较其他处理差异明显。干燥指数以W1处理最大、W4处理最小且差异明显,说明在各小区鲜籽质量相同的情况下,W4处理打瓜产量更高。研究只将打瓜籽粒作为经济产量,故5个处理*IWUE*都不高,在 $0.7\text{ kg}/\text{m}^3$ 以下,其中W4处理*IWUE*最高。W4处理产量最高且较其他处理差异显著。随着灌水定额的增加,打瓜耗水量逐渐增加,W5处理耗水量最高,但产量不是最高。与W4处理相比,W5处理产量减少12%。W3、W4处理耗水量与W5处理相近,其中W4处理产量最高、*WUE*最高。综上,5个处理中W4处理更适合用于打瓜农田灌溉。W5处理有效瓜数、单株干籽质量、产量、*WUE*较优于W3处理;W3处理单瓜质量、百粒质量、干燥指数、产籽率和*IWUE*优于W5处理,说明W5处理可能优于W3处理,此结论还需进一步研究。W1处理不利于打瓜生长且限制产量的提高,W4处理有利于打瓜节水增产。

由模糊综合评判结果可以看出,5个不同灌水定额处理的优劣顺序依次为W4、W5、W3、W2、W1处理,W4处理更适合用于打瓜膜下滴灌,此评价结果与大田试验结果一致。从产量、产量构成和耗水的模糊评判角度可以得出,W5处理比W3处理更有利于打瓜灌溉,而试验结果无法确定二者的优劣。评价结果中W1的排位最低,表明W2、W3、W4、W5处理优于W1处理,评价结果与试验结果类似。

## 3 讨论

水分对打瓜植株的生长和果实的发育有极其重要的作用,作物的生长指标及其产量对不同的灌水定额有不同的响应,且适量增加灌水定额有利于作物生长与增产<sup>[21-22]</sup>,本试验结果与此结论相似。在整个生育期中,W5处理打瓜植株主蔓长、次蔓数始终保持最大态势,较其他处理差异显著,W4处理次之,W1处理最小,增加灌水定额可以促进打瓜主蔓长、次蔓数的增长。在生产实践中,合理选择灌水定额,在促进打瓜植株生长的同时控制过量生长。

已有研究<sup>[16]</sup>结果表明模糊综合评价模型可以较好地处理大田节水灌溉的问题,本试验也印证了该结论。大田试验中W4处理果实质量、单株鲜籽质量、单株干籽质量、百粒质量、*IWUE*、产量、*WUE*均最高,干燥指数最小。表明在5个处理中,W4处理有利于打瓜种植节水增产,选用W4处理对打瓜进行灌溉更为合适,这与模糊综合评判结果一致。

本文仅在打瓜增产与节水方面进行了探讨,仍然有问题需要进一步研究。在以后的研究中应致力于未解决的问题:不同灌水定额对打瓜品质的影响;不同灌水定额处理下打瓜生长指标和打瓜产量之间的明确关系;不同灌水周期对打瓜生长及其产量的影响。应用模糊评判模型对5种处理评判时,考虑的因素并不完善,在以后的研究中还应对此模型深入学习,并将选择适合的评判因素作为重点讨论。在考虑更多因素的同时,利用此模型协助解决不同灌水定额、打瓜生长指标、产量、籽粒品质四者之间边界模糊的问题。在满足节水需求的基础上,为北疆打瓜增产调质的灌溉制度提供科学依据。

## 4 结论

不同灌水定额显著影响打瓜生长。随着灌水定额的增加,打瓜产量和水分利用效率逐渐增加,在灌水定额 $525\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 时达到最高。灌水定额 $600\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 时打瓜主蔓长和次蔓数均最大,灌水定额 $300\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 时主蔓长和次蔓数均最小。综合考虑,灌水定额 $525\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 时节水增产效果最佳。

## 参考文献:

- [1] 张义晖, 田丽萍, 薛琳, 等. 打瓜干皮中多糖的含量测定及降血糖作用机制[J]. 医药导报, 2017, 36(5):477-480.
- [2] 钟芹. 打瓜籽蛋白的提取及理化性质和应用[D]. 石河子: 石河子大学, 2015.
- [3] 朴金哲, 刘洪章. 打瓜籽挥发油提取与分析[J]. 北方园艺, 2010(8):23-25.
- [4] 常成. 塔城地区打瓜产业发展调研报告[J]. 新疆农机化, 2011(6):40-42.
- [5] 郝邵英. 浅析阿勒泰地区打瓜种植技术[J]. 农民致富之友, 2016(18):176.
- [6] 杨秋芝, 李建中, 李文生, 等. 塔城盆地特色作物打瓜面临的问题及对策[J]. 新疆农业科技, 2006(4):3-3.
- [7] 刘娟. 奇台县打瓜高产栽培技术[J]. 农村科技, 2009(8):78-79.
- [8] 毛国新, 李源. 寒冷区高密度种植籽瓜膜下滴灌技术[J]. 水利科技与经济, 2008, 14(4):263-266.
- [9] 薛世柱. 打瓜膜下滴灌试验与效益分析[J]. 北方农业学报, 2008(3):47-48.
- [10] 陈彪, 吕丽文, 孙永财, 等. 打瓜丰产栽培技术[J]. 吉林农业, 2016(3):115-115.
- [11] 苏宏超, 沈永平, 韩萍, 等. 新疆降水特征及其对水资源和生态环境的影响[J]. 冰川冻土, 2007, 29(3):343-350.
- [12] 田龙, 李锡铜, 邝海菊. 基于农业用水的新疆水资源利用策略研究[J]. 山西科技, 2017(5):30-32.
- [13] 霍攀, 曹丽文, 田艳凤. AHP与模糊评判法在垃圾填埋场选址中的应用对比[J]. 环境工程, 2015, 33(3):131-135.
- [14] 李力红, 张怡. AHP-模糊综合评判法在心理学中的应用[J]. 东北师大学报(哲学), 2008(3):169-174.
- [15] 梅学彬, 王福刚, 曹剑锋. 模糊综合评判法在水质评价中的应用及探讨[J]. 世界地质, 2000, 19(2):172-177.
- [16] 汪顺生, 刘东鑫, 孟鹏涛, 等. 不同种植模式冬小麦产量与耗水量的模糊综合评判[J]. 农业工程学报, 2016, 32(1):161-166.
- [17] 康洁, 张维江, 李娟, 等. TRIME-T3管式TDR土壤水分测定系统在宁夏泾源地区的标定研究[J]. 宁夏工程技术, 2015, 14(2):146-148.
- [18] 陈凯丽, 赵经华, 黄红建, 等. 不同滴灌灌水定额对小麦的耗水特性和产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2017, 36(3):65-68.
- [19] 陈年来, 李金玉, 刘东顺, 等. 对黑籽瓜一些术语与标准的界定意见[J]. 甘肃农业科技, 1999(4):1-3.
- [20] 艾鹏睿, 赵经华, 马英杰, 等. 不同灌溉定额下北疆地区滴灌打瓜耗水规律的研究[J]. 节水灌溉, 2016(11):39-43.
- [21] 王力, 孙兆军, 焦炳忠, 等. 不同灌溉定额及施氮量对西瓜产量及水分利用效率的影响[J]. 中国农村水利水电, 2017(7):18-21.
- [22] 路振广, 邱新强, 杨静敬, 等. 不同灌水定额条件下夏玉米生长发育及耗水特性分析[J]. 节水灌溉, 2012(12):46-50.

## The Response of Growth Traits and Yield of Seeding-watermelon to Different Irrigation Amounts

XU Jian, ZHAO Jinghua\*, MA Yingjie, CHEN Kaili

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** 【Objective】 Soil water controls growth and physiological development of all plants and the purpose of this paper is to elucidate how different irrigation amounts affect the grow traits and yield of seeding-watermelon. 【Method】 We experimentally examined five irrigation amounts: 300 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> (W1), 375 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> (W2), 450 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> (W3), 525 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> (W4) and 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> (W5). For each treatment, we measured the growth and the yield of the seeding-watermelon, as well as its water consumption and water use efficiency (*WUE*). Fuzzy comprehensive method was used to evaluate the experimental results. 【Result】 Different irrigation amounts had different influences on the length of main vine and the number of non-principal vines. The growth indexes increased with the irrigation amount, with the treatment W5 having most significant impact followed by W4. There was no significant difference in the growth indexes between W4 and W5 during the bud extension and fruit expansion stages. The yield and *WUE* were highest under W4, followed by W5. Compared with W5, W4 increased the growth and hence the production of the seeding-watermelon. 【Conclusion】 Our experimental results and the fuzzy analysis both revealed that W4 is the most suitable irrigation methods for the seedling-watermelon.

**Key words:** seeding-watermelon; irrigation amount; growth indexes; fuzzy comprehensive evaluation

责任编辑:刘春成