



刘家炜,安晓芹,阿米乃姆·阿卜杜喀迪尔,等.叶面氮肥对色素型万寿菊营养生长的影响[J].黑龙江农业科学,2024(12):40-46.

# 叶面氮肥对色素型万寿菊营养生长的影响

刘家炜<sup>1</sup>,安晓芹<sup>1</sup>,阿米乃姆·阿卜杜喀迪尔<sup>1</sup>,孙永民<sup>2</sup>,张钰瑶<sup>3</sup>,赵晓静<sup>4</sup>,韩 锋<sup>4</sup>

(1.新疆农业大学 林学与风景园林学院,新疆 乌鲁木齐 830052; 2.新疆维吾尔自治区花卉业管理中心,新疆 乌鲁木齐 830000; 3.新疆维吾尔自治区花卉协会,新疆 乌鲁木齐 830000; 4.晨光生物科技集团股份有限公司,河北 邯郸 057200)

**摘要:**为优化色素型万寿菊叶面氮肥施肥方法,提高施用效率,采用叶面氮肥种类、喷施浓度和喷施频率 3 因素 3 水平  $L_9(3^3)$  正交试验设计,比较色素型万寿菊营养生长状况,筛选适宜的叶面氮肥施用方案。结果表明,与清水喷施处理相比,叶面菌肥、氮肥喷施各处理均显著促进了色素型万寿菊营养生长期株高的生长。叶面氮肥种类、喷施浓度和喷施频率 3 因素对色素型万寿菊营养生长影响效应由大到小依次为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度。筛选出的促进色素型万寿菊营养生长效果较好的叶面氮肥施用方案为每 7 d 叶面喷施 1 次 0.50% 碳酸氢铵溶液。

**关键词:**色素型万寿菊;叶面氮肥;营养生长

万寿菊 (*Tagetes erecta*) 为菊科万寿菊属一年生草本植物,按用途可分为观赏型万寿菊和色素型万寿菊<sup>[1]</sup>。色素型万寿菊具有叶黄素含量高,抗逆性强等特点<sup>[2-3]</sup>。近年来叶黄素在食品、医药、化妆品和饲料添加剂等方面应用广泛,国内外对叶黄素的需求量逐年增加,市场供不应求<sup>[4-5]</sup>。色素型万寿菊枝叶繁茂,花期长、花量大,整个生长期对于肥料的需求较大,在色素型万寿菊栽培过程中,幼苗质量直接关系到移栽后的成活率、植株长势以及最终产量<sup>[6]</sup>。作物苗期及营养生长期追肥可有效提升幼苗质量,促进茎叶生长,为生殖生长储备营养,其中追施叶面肥可使肥效充分发挥,快速为植株提供养分,弥补因植株苗期根系发育较弱,养分吸收能力不足的问题<sup>[7-8]</sup>。大量研究表明,通过叶面施氮肥可以不同程度提高菊科作物的产量和品质,喷施氮肥后菊花叶片增大,叶色深绿,叶片数亦有所增加<sup>[9]</sup>,喷施氮肥浓度为 0.2%~0.3% 时,雪菊的生长、产量和品质表现最佳<sup>[10]</sup>,苗期叶面喷施尿素溶液对色素型万寿菊根、叶生长以及移栽成活也有明显的正效应<sup>[11]</sup>。但实际生产中,叶面施用的氮肥种类较为单一,甚至存在施用量运筹不精准导致植株晚熟贪青、开花延迟、花量减少等状况<sup>[12-13]</sup>。为优化色素型万寿菊叶面氮肥施肥方法,提高施用效率,本研究开展正交试验探讨氮肥种类、喷施浓度和喷施频率

3 因素影响色素型万寿菊营养生长的主次关系,以期筛选出可促进色素型万寿菊营养生长的叶面氮肥施肥方案应用于生产实践。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地位于新疆喀什地区莎车县晨光生物科技集团莎车有限公司种植基地(38°22'N,77°20'E),海拔 1 241.8 m,属暖温带大陆性干旱气候带,光照时间长,气温年变化和昼夜温差大,降水稀少,蒸发旺盛<sup>[14]</sup>。

### 1.2 材料

供试色素型万寿菊幼苗由莎车县金秋种植农民专业合作社提供,选择株高为 14~16 cm,茎基部粗 2.0~2.5 mm,具有 3~4 对真叶,根系发达且无病虫害的优质壮苗定植。

供试叶面肥中尿素(N≥46.0%)由阿克苏华锦化肥有限责任公司生产;硫酸铵(N≥21.0%)由伊犁新天煤化工有限责任公司生产;碳酸氢铵(N≥17.1%)由成都玉龙化工有限公司生产;菌肥(有效活菌数≥2.0 亿·mL<sup>-1</sup>,N≥5.0%,P≥3.0%,K≥1.2%)由莎车晨晓农业科技有限公司生产。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 采用 3 因素 3 水平  $L_9(3^3)$  正交试验设计<sup>[15]</sup>,研究氮肥种类、喷施浓度和喷施

收稿日期:2024-05-17

基金项目:国家重点研发计划(2021YFD1100605)。

第一作者:刘家炜(1995—),男,硕士研究生,从事风景园林植物应用研究。E-mail:842892809@qq.com。

通信作者:安晓芹(1976—),女,博士,副教授,从事风景园林植物应用研究。E-mail:184580644@qq.com。

频率 3 因素对色素型万寿菊根、茎、叶生长的影响,不考虑各因素之间的交互作用,参考何建春等<sup>[16]</sup>相关研究设计并调整本试验喷施浓度梯度,试验因素与水平梯度见表 1。

表 1 色素型万寿菊叶面氮肥正交试验因素与水平

水平	氮肥种类(A)	喷施浓度(B)/%	喷施频率(C)
1	尿素	0.25	1 次·(5 d) <sup>-1</sup>
2	硫酸铵	0.50	1 次·(7 d) <sup>-1</sup>
3	碳酸氢铵	0.75	1 次·(10 d) <sup>-1</sup>

以 7 d 喷施 1 次清水(CK1)、7 d 喷施 1 次稀释 150 倍菌肥(CK2)为两个对照,正交试验各组合见表 2,9 个处理随机排列,共计 11 个处理组合。

表 2 色素型万寿菊叶面氮肥正交试验设计表

处理	组合	叶面氮肥		
		氮肥种类(A)	喷施浓度(B)/%	喷施频率(C)/d
1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	尿素	0.25	5
2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	尿素	0.50	7
3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub>	尿素	0.75	10
4	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	硫酸铵	0.25	7
5	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	硫酸铵	0.50	10
6	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	硫酸铵	0.75	5
7	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>	碳酸氢铵	0.25	10
8	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	碳酸氢铵	0.50	5
9	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	碳酸氢铵	0.75	7

色素型万寿菊定植前按当地施肥习惯在试验地施入 750 kg·hm<sup>-2</sup> 磷酸氢二铵作基肥。2022 年 7 月 6 日采用单垄双行错位方式定植,株行距为 35 cm×20 cm,定植深度为 5 cm,定植密度约为 40 500 株·hm<sup>-2</sup>,每处理 20 株,3 次重复,共 33 个小区。定植后 30 d 开始喷施叶面氮肥,至植株现

蕾时结束,截止试验结束,喷施频率为每 5 d、7 d 和 10 d 喷 1 次的各处理分别喷施相应叶面肥共计 6 次、5 次、3 次。

1.3.2 测定项目及方法 移栽定植后各处理随机选取 6 株幼苗,至植株现蕾前测定冠幅、株高、茎粗、分枝数、叶片数、叶长,采用 SPAD-2 叶绿素仪测定叶绿素相对含量(SPAD 值),采用分析天平测定植株地下部、地上部、叶片鲜重,将植株放入烘箱内 105 ℃ 杀青 15 min,之后定温 80 ℃ 烘干至恒重,测定植株地下部、地上部、叶片干重。

1.3.3 数据分析 应用 Excel 2019 进行数据整理与图表绘制,应用 SPSS 26.0 及正交设计助手软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 叶面氮肥处理对色素型万寿菊营养生长状况的影响

2.1.1 冠幅与茎秆 由表 3 可知,色素型万寿菊冠幅以处理 8 最大,为 63.1 cm,处理 9 次之,两处理间无显著差异但均显著高于其余处理。CK1、处理 1 和处理 3 三者间无显著差异但均显著小于其余处理。各处理株高均显著大于 CK1,以处理 8 最高,达 114.2 cm。茎粗以处理 8 最大,达 18.46 mm,显著粗于其余处理,喷施处理 1~处理 3(尿素的 3 组处理)茎粗均显著小于其余处理,其中以处理 3 处理最小,为 10.44 mm。一级分枝数以处理 8 最多,达 27.7 个,显著高于除 CK2 外的其余处理,以处理 1 最少,为 24.5 个,且显著低于 CK1 等 7 个处理。各处理间二级分枝数差异较大,其中以处理 8 最多,达 35.3 个,显著高于其余处理,而处理 3 未见二级分枝。

表 3 叶面氮肥处理对色素型万寿菊冠幅和茎秆生长状况的影响

处理	冠幅/cm	株高/cm	茎粗/mm	一级分枝数/个	二级分枝数/个
CK1	40.0±2.1 f	84.1±2.3 g	13.16±0.31 e	25.8±0.9 cd	4.8±1.0 h
CK2	56.1±2.2 b	100.1±2.2 d	14.50±0.38 c	27.3±0.5 ab	25.5±0.6 d
1	42.0±1.0 ef	90.4±2.8 f	12.57±0.40 f	24.5±0.4 f	12.7±0.6 g
2	44.0±1.5 e	89.1±1.5 f	12.29±0.29 f	26.3±0.5 bc	21.3±0.6 e
3	39.6±2.1 f	88.4±1.4 f	10.44±0.59 g	25.2±0.2 def	0.0±0.0 i
4	54.5±0.7 bc	105.6±1.7 c	14.57±0.10 c	26.0±0.8 cd	31.0±1.0 b
5	51.2±1.1 d	103.3±2.1 c	14.77±0.25 bc	24.7±0.5 ef	20.8±1.0 e
6	52.7±1.8 cd	95.9±0.6 e	15.34±0.40 b	26.0±0.0 cd	26.0±1.0 cd
7	51.9±0.6 cd	104.7±0.7 c	13.87±0.12 d	25.2±0.2 def	19.0±1.0 f
8	63.1±1.7 a	114.2±1.8 a	18.46±0.34 a	27.7±0.5 a	35.3±0.5 a
9	62.4±0.2 a	109.1±1.0 b	15.33±0.21 b	25.7±0.2 cde	27.0±0.8 c

注:表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下同。

2.1.2 叶片 由表 4 可知,叶片数以处理 9 最多,达 568.7 枚,显著多于除处理 6 和处理 8 以外的其余处理,处理 3 叶片数最少,为 204.0 枚,显著低于除 CK1 和处理 1 外的其余处理。叶长以处理 9 最长,达 23.2 cm,显著大于除处理 8 外的其余处理,CK1 叶长最小,为 17.3 cm,显著小于除处理 3 外的其余处理。

表 4 叶面氮肥处理对色素型万寿菊叶片生长状况的影响

处理	叶片数/枚	叶长/cm	叶绿素相对含量(SPAD 值)
CK1	232.3±21.2 c	17.3±0.4 g	46.23±1.15 de
CK2	357.3±26.0 b	22.1±0.6 b	47.57±0.96 cd
1	248.7±27.3 c	18.2±0.6 ef	43.53±1.40 f
2	386.7±20.8 b	20.0±0.2 de	42.53±0.50 fg
3	204.0±17.7 c	17.5±0.4 fg	41.60±0.40 g
4	390.0±18.7 b	21.3±0.3 c	45.13±0.71 e
5	382.3±30.3 b	22.3±0.3 b	45.77±0.80 e
6	556.3±28.5 a	20.8±0.5 c	53.40±0.95 b
7	393.7±10.1 b	19.4±0.6 d	47.97±0.45 c
8	551.3±25.0 a	22.5±0.6 ab	47.63±0.71 cd
9	568.7±32.3 a	23.2±0.1 a	56.83±0.67 a

叶绿素相对含量以处理 9 最高,达 56.83,显著高于其余处理,处理 1~处理 3(喷施尿素的 3 组处理)叶绿素相对含量均显著低于其余 8 组处理,其中以处理 3 叶绿素相对含量最低,为 41.60。

2.1.3 生物量 由表 5 可知,地下部鲜重以处理 4 最大,达 28.10 g,处理 3 最小,为 10.89 g,两处理均与其他处理间差异显著。地上部鲜重以处理 6 最大,达 246.75 g,显著高于其余处理,处理 1、处理 3 地上部鲜重均显著小于其余处理,但二者间无显著性差异。叶片鲜重以处理 6 最大,达 143.75 g,处理 1 最小,为 25.83 g,两处理均与其他处理间差异显著。

地下部干重以处理 4 最大,达 10.31 g,显著大于除 CK2、处理 5、处理 6、处理 9 外的其余处理,以处理 3 最小,为 5.08 g,显著小于其余处理。

地上部干重以处理 6 最大,达 77.34 g,且显著高于其余处理,以处理 3 最小,为 20.13 g,显著小于其余处理。叶片干重以处理 6 最大,达 41.06 g,以处理 1 叶片干重最小,为 9.73 g,且二者均与其余处理间差异显著。

表 5 叶面氮肥处理对色素型万寿菊各部位鲜重、干重的影响 单位:g

处理	鲜重			干重		
	地下部	地上部	叶片	地下部	地上部	叶片
CK1	15.91±0.08 g	82.68±2.98 g	52.39±7.09 g	7.70±1.01 de	26.39±0.68 h	16.01±0.23 g
CK2	19.14±0.19 ef	155.90±4.46 e	72.20±6.59 f	9.03±0.34 abcd	46.08±0.42 f	21.64±0.25 d
1	11.50±0.44 h	57.78±5.48 h	25.83±5.56 h	6.64±0.82 e	21.05±0.07 i	9.73±0.15 i
2	11.73±0.25 h	89.43±4.68 g	103.10±5.34 c	6.45±0.04 e	30.41±0.01 g	19.03±0.78 e
3	10.89±0.30 i	64.72±4.70 h	48.14±7.73 g	5.08±0.77 f	20.13±0.41 j	12.32±0.59 h
4	28.10±0.26 a	203.76±2.66 b	127.96±1.34 b	10.31±0.42 a	64.53±0.50 b	26.29±0.67 c
5	21.36±0.27 d	169.77±2.47 d	82.57±4.35 e	9.81±1.31 abc	57.46±0.56 d	26.26±0.33 c
6	26.92±0.49 b	246.75±3.03 a	143.75±1.45 a	10.02±0.49 ab	77.34±0.67 a	41.06±0.87 a
7	18.84±0.21 f	139.88±6.42 f	85.46±5.46 de	8.56±1.05 cd	49.81±0.50 e	17.32±0.69 fg
8	19.58±0.25 e	179.17±0.85 c	72.68±2.90 f	8.82±0.22 bcd	58.61±0.47 c	18.55±2.08 ef
9	25.14±0.19 c	145.31±4.79 f	93.04±2.03 d	9.06±0.64 abcd	45.86±0.11 f	29.55±0.18 b

2.2 营养生长影响因素主次关系分析

2.2.1 冠幅、株高与茎粗 由表 6 可知,氮肥种类(A)对色素型万寿菊营养生长期冠幅、株高、茎粗的影响均达显著水平( $P<0.05$ );喷施浓度(B)、喷施频率(C)则对上述指标均未产生显著性影响( $P>0.05$ )。由极差值  $R$  比较可知,3 因素对冠幅的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓

度,促进冠幅生长的最佳组合为  $A_3B_2C_2$ ,即 7 d 喷施 1 次 0.50%碳酸氢铵。3 因素对株高的影响程度为氮肥种类>喷施浓度>喷施频率,促进株高生长的最佳组合为  $A_3B_2C_2$ ,即 7 d 喷施 1 次 0.50%碳酸氢铵。3 因素对茎粗的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进茎粗生长的最佳组合为  $A_3B_2C_1$ ,即 5 d 喷施 1 次 0.50%碳酸氢铵。

表 6 色素型万寿菊冠幅、株高和茎秆生长指标的直观分析

试验因素	水平	冠幅/cm	株高/cm	茎粗/mm
氮肥种类(A)	1	42.0±1.0	90.4±2.8	12.57±0.40
	2	44.0±1.5	89.1±1.5	12.29±0.29
	3	39.6±2.1	88.4±1.4	10.44±0.59
	k <sub>1</sub>	41.844	89.30	11.77
	k <sub>2</sub>	52.789	101.60	14.89
	k <sub>3</sub>	59.143	109.36	15.88
	R	17.300	20.06	4.12
	P 值	*	*	*
喷施浓度(B)	1	54.5±0.7	105.6±1.7	14.57±0.10
	2	51.2±1.1	103.3±2.1	14.77±0.25
	3	52.7±1.8	95.9±0.6	15.34±0.40
	k <sub>1</sub>	49.489	100.26	13.67
	k <sub>2</sub>	52.733	102.20	15.17
	k <sub>3</sub>	51.554	97.80	13.70
	R	3.240	4.40	1.50
	P 值	—	—	—
喷施频率(C)	1	51.9±0.6	104.7±0.7	13.87±0.12
	2	63.1±1.7	114.2±1.8	18.46±0.34
	3	62.4±0.2	109.1±1.0	15.33±0.21
	k <sub>1</sub>	52.578	100.18	15.46
	k <sub>2</sub>	53.643	101.28	14.06
	k <sub>3</sub>	47.556	98.80	13.03
	R	6.090	2.48	2.43
	P 值	—	—	—
主次顺序		A>C>B	A>B>C	A>C>B
最优组合		A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>

注:k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>、k<sub>3</sub> 分别代表因素对应的 1、2、3 水平的各指标平均值,R 为极差,\* 表示差异显著(P<0.05)。下同。

由表 7 可知,3 因素对色素型万寿菊一级分枝数均无显著性影响(P>0.05);氮肥种类(A)、喷施频率(C)对二级分枝数的影响达显著水平(P<0.05),喷施浓度(B)对二级分枝数无显著性影响(P>0.05)。由极差值 R 比较可知,3 因素对一级分枝数的影响程度为喷施频率>喷施浓度>氮肥种类,促进一级分枝数增长的最佳组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>,即 5 d 喷施 1 次 0.50‰碳酸氢铵。3 因素对二级分枝数的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进二级分枝数增长的最佳组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>,即 7 d 喷施 1 次 0.50‰碳酸氢铵。

表 7 色素型万寿菊两级分枝数生长指标的直观分析  
单位:个

试验因素	水平	一级分枝	二级分枝
氮肥种类(A)	1	24.5±0.4	12.7±0.6
	2	26.3±0.5	21.3±0.6
	3	25.2±0.2	0.0±0.0
	k <sub>1</sub>	25.33	11.33
	k <sub>2</sub>	25.56	25.92
	k <sub>3</sub>	26.17	27.08
	R	0.83	15.75
	P 值	—	*
喷施浓度(B)	1	26.0±0.8	31.0±1.0
	2	24.7±0.5	20.8±1.0
	3	26.0±0.0	26.0±1.0
	k <sub>1</sub>	25.22	20.89
	k <sub>2</sub>	26.22	25.78
	k <sub>3</sub>	25.61	17.67
	R	1.00	8.11
	P 值	—	—
喷施频率(C)	1	25.2±0.2	19.0±1.0
	2	27.7±0.5	35.3±0.5
	3	25.7±0.2	27.0±0.8
	k <sub>1</sub>	26.06	24.64
	k <sub>2</sub>	26.00	26.44
	k <sub>3</sub>	25.00	13.25
	R	1.06	13.19
	P 值	—	*
主次顺序		C>B>A	A>C>B
最优组合		A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>

2.2.2 叶片 由表 8 可知,3 因素对叶片数、叶绿素相对含量均无显著性影响(P>0.05);3 因素中仅氮肥种类(A)对叶长的影响达显著水平(P<0.05)。由极差值 R 比较可知,3 因素对叶片数的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进叶片数增加的最佳组合为 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>,即 5 d 喷施 1 次 0.75‰碳酸氢铵。3 因素对叶长的影响程度为氮肥种类>喷施浓度>喷施频率,促进叶长增长的最佳组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>,即 7 d 喷施 1 次 0.50‰碳酸氢铵。3 因素对叶绿素相对含量的影响程度为氮肥种类>喷施浓度>喷施频率,促进叶绿素相对含量提升的最佳组合为 A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>,即 5 d 喷施 1 次 0.75‰碳酸氢铵。

表 8 色素型万寿菊叶片生长指标的直观分析

试验因素	水平	叶片数/枚	叶长/cm	叶绿素相对含量
氮肥种类(A)	1	248.7±27.3	18.2±0.6	43.53±1.40
	2	386.7±20.8	20.0±0.2	42.53±0.50
	3	204.0±17.7	17.5±0.4	41.60±0.40
	k <sub>1</sub>	279.78	18.22	42.56
	k <sub>2</sub>	442.89	21.47	48.10
	k <sub>3</sub>	503.89	21.71	50.81
	R	224.11	3.49	8.25
	P 值	—	*	—
喷施浓度(B)	1	390.0±18.7	21.3±0.3	45.13±0.71
	2	382.3±30.3	22.3±0.3	45.77±0.80
	3	556.3±28.5	20.8±0.5	53.40±0.95
	k <sub>1</sub>	343.44	19.63	45.54
	k <sub>2</sub>	440.11	21.26	45.31
	k <sub>3</sub>	443.00	20.51	50.61
	R	99.56	1.62	5.30
	P 值	—	—	—
喷施频率(C)	1	393.7±10.1	19.4±0.6	47.97±0.45
	2	551.3±25.0	22.5±0.6	47.63±0.71
	3	568.7±32.3	23.2±0.1	56.83±0.67
	k <sub>1</sub>	452.11	20.51	48.19
	k <sub>2</sub>	448.44	21.14	48.17
	k <sub>3</sub>	326.00	19.74	45.11
	R	126.11	1.40	3.08
	P 值	—	—	—
主次顺序		A>C>B	A>B>C	A>B>C
最优组合		A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>

2.2.3 生物量 由表 9 可知,3 因素对地下部鲜重均产生了显著性影响( $P<0.05$ ),氮肥种类(A)对地上部鲜重亦有显著性影响( $P<0.05$ ),3 因素对叶片鲜重均未见显著性影响( $P>0.05$ )。由极差值  $R$  比较可知,3 因素对地下部鲜重的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进地下部鲜重增长的最佳组合  $A_2B_3C_2$ ,即 7 d 喷施 1 次 0.75‰硫酸铵。3 因素对地上部鲜重的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进地上部鲜重增长的最佳组合为  $A_2B_3C_1$ ,即 5 d 喷施 1 次 0.75‰硫酸铵。3 因素对叶片鲜重的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进叶片鲜重增长的最佳组合为  $A_2B_3C_2$ ,即 7 d 喷施 1 次 0.75‰硫酸铵。

表 9 色素型万寿菊各部位鲜重的直观分析

单位:g				
试验因素	水平	地下部鲜重	地上部鲜重	叶片鲜重
氮肥种类(A)	1	11.50±0.44	57.78±5.48	25.83±5.56
	2	11.73±0.25	89.43±4.68	103.10±5.34
	3	10.89±0.30	64.72±4.70	48.14±7.73
	k <sub>1</sub>	11.37	70.64	59.03
	k <sub>2</sub>	25.46	206.76	118.09
	k <sub>3</sub>	21.19	154.78	83.73
	R	14.09	136.12	59.07
	P 值	*	*	—
喷施浓度(B)	1	28.10±0.26	203.76±2.66	127.96±1.34
	2	21.36±0.27	169.77±2.47	82.57±4.35
	3	26.92±0.49	246.75±3.03	143.75±1.45
	k <sub>1</sub>	19.48	133.80	79.75
	k <sub>2</sub>	17.56	146.12	86.12
	k <sub>3</sub>	20.98	152.26	94.98
	R	3.42	18.45	15.22
	P 值	*	—	—
喷施频率(C)	1	18.84±0.21	139.88±6.42	85.46±5.46
	2	19.58±0.25	179.17±0.85	72.68±2.90
	3	25.14±0.19	145.31±4.79	93.04±2.03
	k <sub>1</sub>	19.33	161.23	80.75
	k <sub>2</sub>	21.66	146.17	108.03
	k <sub>3</sub>	17.03	124.79	72.06
	R	4.63	36.44	35.97
	P 值	*	—	—
主次顺序		A>C>B	A>C>B	A>C>B
最优组合		A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>

由表 10 可知,3 因素中仅氮肥种类(A)对各部位干重均产生了显著性影响( $P<0.05$ ),其余因素对各部位干重均未见显著性影响( $P>0.05$ )。由极差值  $R$  比较可知,3 因素对地下部干重的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进地下部干重增长的最佳组合为  $A_2B_1C_2$ ,即 7 d 喷施 1 次 0.25‰硫酸铵。3 因素对地上部干重的影响程度为氮肥种类>喷施频率>喷施浓度,促进营养生长期地上部干重增长的最佳组合为  $A_2B_2C_1$ ,即 5 d 喷施 1 次 0.50‰硫酸铵。3 因素对叶片干重的影响程度为氮肥种类>喷施浓度>喷施频率,促进叶片干重增长最佳组合为  $A_2B_3C_2$ ,即 7 d 喷施 1 次 0.75‰硫酸铵。



表 10 色素型万寿菊各部位干重的直观分析

		单位:g		
试验因素	水平	地下部干重	地上部干重	叶干重
氮肥种类(A)	1	6.64±0.82	21.05±0.07	9.73±0.15
	2	6.45±0.04	30.41±0.01	19.03±0.78
	3	5.08±0.77	20.13±0.41	12.32±0.59
	k <sub>1</sub>	6.06	23.86	13.69
	k <sub>2</sub>	10.05	66.44	31.20
	k <sub>3</sub>	8.82	51.43	21.81
	R	3.99	42.58	17.51
	P 值	*	*	*
喷施浓度(B)	1	10.31±0.42	64.53±0.50	26.29±0.67
	2	9.81±1.31	57.46±0.56	26.26±0.33
	3	10.02±0.49	77.34±0.67	41.06±0.87
	k <sub>1</sub>	8.51	45.13	17.78
	k <sub>2</sub>	8.36	48.83	21.28
	k <sub>3</sub>	8.05	47.78	27.64
	R	0.45	3.70	9.86
	P 值	—	—	—
喷施频率(C)	1	8.56±1.05	49.81±0.50	17.32±0.69
	2	8.82±0.22	58.61±0.47	18.55±2.08
	3	9.06±0.64	45.86±0.11	29.55±0.18
	k <sub>1</sub>	8.50	52.33	23.11
	k <sub>2</sub>	8.61	46.93	24.96
	k <sub>3</sub>	7.82	42.47	18.63
	R	0.79	9.86	6.32
	P 值	—	—	—
主次顺序		A>C>B	A>C>B	A>B>C
最优组合		A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>

3 讨论

叶面肥能从叶片直接进入植物体内参与植物的各种代谢活动<sup>[17]</sup>,其在作物根系吸收能力不足或在逆境时根部吸收能力受阻的不利状况时,能够直接且快速地将营养物质输送至植株各部位,从而缓解缺肥现象,缓和作物因缺乏养分或生长激素等引起的生长弱、抗性弱等各种不利症状<sup>[18-19]</sup>。

本研究结果显示,3 个因素中氮肥种类对色素型万寿菊营养生长期冠幅、株高、茎粗、二级分枝数、叶长、叶片干重以及植株地上部与地下部的鲜重、干重均产生了显著性影响,喷施频率对二级

分枝数、地下部鲜重产生显著性影响,喷施浓度仅对地下部鲜重产生显著性影响,3 因素对色素型万寿菊的一级分枝数、叶片数、叶片鲜重、叶绿素相对含量均无显著性影响。结合 5 d 喷施 1 次硫酸铵处理与 5 d 喷施 1 次碳酸氢铵处理植株营养生长的突出表现,推测本研究采用的氮肥浓度梯度可能偏低,因此喷施频率较高的处理促进植株营养生长的作用更为显著。此外,氮肥种类对于色素型万寿菊营养生长期各项指标的极差值除一级分枝以外均远大于喷施浓度、喷施频率,可见,氮肥种类是影响色素型万寿菊营养生长期生长的关键因素。

3 种叶面氮肥中,普遍应用于生产的尿素肥效不佳,碳酸氢铵肥效整体较为理想,硫酸铵次之,可进一步深入研究 3 种氮肥作为叶面肥施用的作用机理,为各类作物精准选择叶面肥提供参考。此外,与清水喷施处理及其他氮肥喷施相比,7 d 喷施 1 次稀释 150 倍菌肥处理在促进冠幅、一级分枝数、叶片数、叶长以及地下干重增长方面效果也较好,亦可应用于色素万寿菊营养生长阶段。

4 结论

色素型万寿菊营养生长期采用不同氮肥种类、喷施浓度、喷施频率组合处理可以不同程度上促进色素型万寿菊生长。其中氮肥种类是主导因素,喷施频率的影响作用次之,喷施浓度的影响作用位列第三。综合评价,适宜色素型万寿菊营养生长期施用的叶面氮肥最佳组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>,即为每 7 d 喷施浓度为 0.50‰的碳酸氢铵处理,建议生产中推广应用。

参考文献:

[1] 陈利文,唐楠. 不同品种色素万寿菊主要农艺性状评价[J]. 安徽农业科学, 2021, 49(4): 53-55.

[2] 杨文静,张超,曹冬梅,等. 八个万寿菊品种染色体核型分析[J]. 北京农学院学报, 2024, 39(1): 104-110.

[3] 宋江琴,唐楠,唐道城,等. 基于表型性状和 SSR 标记的 9 份万寿菊种质遗传多样性分析[J]. 种子, 2021, 40(10): 6-11, 19.

[4] 《分子植物育种》编辑团队. 万寿菊[J]. 分子植物育种, 2020, 18(7): 2424.

[5] 吴丽芳,田雪莲,魏晓梅,等. 色素万寿菊试管苗玻璃化控制的研究[J]. 热带作物学报, 2020, 41(1): 110-115.

[6] 王博. 浅析镇原县万寿菊种植常见问题[J]. 农业科技与信息, 2021, 18(21): 73-74, 80.

- [7] 周米生,王陆军,肖正东,等. 叶面肥对薄壳山核桃幼苗生长的影响[J]. 陕西农业科学, 2021, 67(7): 51-56.
- [8] 杨静,瞿飞,赵夏云,等. 苗期受涝害胁迫茄子对叶片喷施外源氮素和褪黑素的生理响应[J]. 北方园艺, 2023(15): 17-23.
- [9] 范艳霞,刘俊锋,姬红,等. 几种不同叶面肥对菊花观赏效果的影响[J]. 北方园艺, 2010(10): 130-131.
- [10] 姜雅爽. 氮对雪菊生长、产量和品质的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2017.
- [11] 史宗源,安晓芹,刘皓,等. 叶面菌肥对色素万寿菊幼苗生长的影响[J]. 湖南农业科学, 2023(1): 55-58.
- [12] 陈睿,鲜小林,钟建军,等. 四川不同海拔区域色素万寿菊新品种品质差异及高效栽培技术[J]. 四川农业科技, 2023(7): 38-41.
- [13] 王洪坤. 万寿菊营养与施肥效应研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2011.
- [14] 克日木·阿巴司,孟凡雪,努尔帕提曼·买买提热依木,等. 新疆喀什红枣种植气象条件分析与气候品质认证[J]. 中国农学通报, 2018, 34(31): 119-124.
- [15] 黄国文,张卫军,邓胜国. 叶面肥对油茶幼苗生长和生理特征影响的研究[J]. 西部林业科学, 2021, 50(1): 56-63.
- [16] 何建春,张恩和,张礼军,等. 叶面喷施氮肥对万寿菊生长发育和花产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2008, 43(5): 92-97.
- [17] 甘晴琴,张振乾,赵培栋,等. 叶面肥对‘五优蒂占’生理特性和产量相关基因表达探究[J/OL]. 分子植物育种: 1-9 [2024-05-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.S.20230803.1750.007.html>.
- [18] 康娟. 叶面施肥对闽楠幼苗生长与生理特性的影响[D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2020.
- [19] 廖国蛟. 叶面施肥的作用及其注意事项[J]. 农民致富之友, 2018(17): 72.

## Effects of Foliar Nitrogen Fertilizer on Nutritional Growth of Pigmented Marigold

LIU Jiawei<sup>1</sup>, AN Xiaoqin<sup>1</sup>, Aminim·Abdulqadir<sup>1</sup>, SUN Yongmin<sup>2</sup>, ZHANG Yuyao<sup>3</sup>, ZHAO Xiaojing<sup>4</sup>, HAN Feng<sup>4</sup>

(1. School of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Xinjiang Uygur Autonomous Region Flower Industry Management Center, Urumqi 830000, China; 3. Xinjiang Uygur Autonomous Region Flower Association, Urumqi 830000, China; 4. Chenguang Biological Technology Group Co. Ltd., Handan 057200, China)

**Abstract:** In order to optimize the foliar nitrogen fertilizer application method of pigment type marigold and improve the application efficiency, the  $L_9(3^3)$  orthogonal test design with three factors and three levels of foliar nitrogen fertilizer type, spraying concentration and spraying frequency were used to compare the nutritional growth of pigmented marigold and screen the suitable foliar nitrogen fertilizer application scheme. The results showed that compared with water spraying treatment, foliar bacterial fertilizer and nitrogen fertilizer spraying significantly promoted the growth of plant height of pigmented marigold in vegetative growth period. The effect of 3 factors on the nutritional growth of pigmented marigold was as follows: nitrogen fertilizer type > spraying frequency > spraying concentration. The foliar nitrogen fertilizer application scheme with better effect on promoting the nutritional growth of pigment type marigold was spraying 0.50‰ ammonium bicarbonate solution on the leaves every 7 days.

**Keywords:** pigment marigold; foliar nitrogen fertilizer; nutritional growth

欢迎订阅