

重茬及种植密度对切花向日葵农艺性状及经济效益的影响

段 誉, 田 靖, 赵维林, 后建霞, 彭海红, 魏林溪, 蔡子文

(甘肃省农业科学院张掖节水农业试验站, 甘肃 张掖 734000)

摘要: 探究重茬次数及种植密度对切花向日葵品质 and 经济效益的影响, 得到最优化重茬和密度种植模式, 使切花向日葵单位面积经济效益最大化, 为河西灌区切花向日葵种植提供依据。以切花向日葵文森特 2 号为供试材料, 采取裂区设计, 主区重茬次数设 0、1、2 次 3 个水平, 副区种植密度设 133 400、100 000、80 000、66 600、57 200 株/hm² 5 个水平, 探究了重茬次数和种植密度对切花向日葵物候期、农艺性状、瓶插期、商品切花产出率以及经济效益的影响。结果表明, 随着重茬次数的增加, 显著缩短了切花向日葵的生育期和观花期, 降低了平均株高、茎粗、叶片大小、舌状花直径和花序直径等农艺性状, 导致商品切花产出率显著下降; 随着种植密度降低, 缓解了重茬对向日葵生长的负面影响, 提高了茎粗、花序直径和商品切花产出率。瓶插期不受重茬和密度影响。经济效益受重茬次数和种植密度的影响明显, 无重茬时, 推荐高密度 (133 400 株/hm²) 种植, 净收益可达到 235 907.9 元/hm²; 重茬 1 次时, 推荐中等密度 (100 000 株/hm²) 种植, 净收益可达到 160 733.3 元/hm²; 重茬 2 次时, 推荐中等偏低密度 (80 000 株/hm²) 种植, 净收益可达到 59 586.7 元/hm², 可实现净收益最大化。

关键词: 切花向日葵; 重茬; 种植密度; 农艺性状; 瓶插期; 产出率; 经济效益

中图分类号: S565.5

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)11-1045-07

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.11.012

Effects of Continuous Cropping and Planting Density on Agronomic Traits and Economic Benefits of Cut Sunflowers

DUAN Yu, TIAN Jing, ZHAO Weilin, HOU Jianxia, PENG Haihong, WEI Linxi, CAI Ziwen

(Zhangye Water-saving Agriculture Experimental Station, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Zhangye Gansu 734000, China)

Abstract: By studying the effects of consecutive cropping times and planting density on the quality and economic benefits of cut sunflowers, we aim to obtain the optimal consecutive cropping and density planting pattern, thereby maximizing the economic benefits per unit area of cut sunflowers, and providing a basis for the cultivation of cut sunflowers in the Hexi irrigation district. Using the cut sunflower variety Vincent 2 as the test material, a split-plot design was adopted. The main plot factor was continuous cropping frequency: 0 times, 1 time, and 2 times. The subplot factor was planting density: 133 400 plants/ha, 100 000 plants/ha, 80 000 plants/ha, 66 600 plants/ha and 57 200 plants/ha. The effects of continuous cropping frequency and planting density on the phenological period, agronomic traits, vase life, marketable cut flower yield rate, and economic benefits of cut sunflowers were explored. Results showed that an increase in continuous cropping frequency significantly shortened the growth period and ornamental flowering period of cut sunflowers, reduced agronomic trait indicators such as plant height, stem diameter, leaf size, ray floret diameter, and inflorescence diameter, and led to a significant decrease in the marketable cut flower yield rate. Reducing planting density alleviated the negative effects of continuous cropping on sunflower growth, improving stem diameter, inflorescence diameter, and marketable cut flower yield rate. Vase life was not affected by continuous cropping or density. Economic benefits were jointly influenced by continuous cropping and density. For no continuous cropping, high-density planting (133 400 plants/ha) was recommended, for one time of continuous cropping, medium-density planting (100 000 plants/ha) was recommended, and for 2 times of continuous cropping, medium-to-low density planting (80 000 plants/ha) was recommended to maximize net income, which could achieve the maximum net returns of 235 907.9 Yuan/ha, 160 733.3 Yuan/ha, and 59 586.7 Yuan/ha, respectively.

Key words: Cut sunflower; Continuous cropping; Density; Agronomic trait; Vase life; Yield rate; Economic benefit

收稿日期: 2025-09-09; 修订日期: 2025-10-19

基金项目: 甘肃省农业科学院科研条件建设及成果转化中青年基金项目(2023GAAS31)。

作者简介: 段 誉(1989—), 男, 甘肃民乐人, 助理研究员, 主要从事设施农业栽培技术研究及示范推广工作。Email: 809126841@qq.com

通信作者: 蔡子文(1978—), 男, 甘肃永昌人, 副研究员, 主要从事经济作物育种与栽培研究及技术示范推广工作。Email: 550812086@qq.com。

向日葵(*Helianthus annuus* L.)是菊科向日葵属一年生草本植物,原产于北美洲,在世界各地均有栽培。向日葵花朵艳丽,象征吉庆,作为优良的鲜切花材料,深受消费者青睐^[1-2]。当今国内外市场对观赏切花向日葵的需求量逐年上升^[3]。近年来,随着我国农业产业结构的调整,切花向日葵产业发展迅速,产量规模迅速扩大,目前切花向日葵已成为鲜切花市场的常用大宗花卉^[4]。由于其具有耐盐碱、耐瘠薄、抗干旱、适应性强、经济价值高等特点^[5-6],在我国北方各地均可栽培,成为切花产业北移的重要植物。与传统农业相比,切花产业是高产、高效、高利润的“三高”农业,在健康的市场条件下,通过合理的种植技术,切花产业是促进农民增收的重要途径^[7-8]。切花向日葵在河西灌区夏秋季露地栽培,冬春季设施栽培,可以实现周年生产。但是,如何在有限的土地和一定的时间内实现效益最大化,就需要掌握其生长特性,明确产量与经济效益的评价体系。以往研究的重点倾向于观赏向日葵品种特性、水肥效应、产量等指标,鲜有人研究切花向日葵的品质和经济效益。为此,本试验对切花向日葵重茬次数和种植密度进行研究,通过物候期、农艺性状、瓶插期、商品切花产出率等指标,分析得出影响品质和经济效益的因素,以期得出最优化的重茬和密度种植模式,使切花向日葵单位面积经济效益最大化,为河西灌区切花向日葵种植提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试切花向日葵品种为文森特2号,由日本SAKATA公司生产并提供。

1.2 试验地概况

试验于2024年在位于甘肃省张掖市甘州区的甘肃省农业科学院张掖节水农业试验站日光温室内进行(100°22′37″E,38°50′44″N,海拔1556 m)。试验地属温带大陆性气候,年平均气温7.8℃,年无霜期138~179 d,年均降水量110 mm,年均光照时间2832 h,肥水条件良好,肥力均匀。前茬为洋葱苗。

1.3 试验设计

试验采取裂区设计,共设15个处理,其中主

处理为重茬次数,设3个水平,分别为0次(C_0)、1次(C_1)、2次(C_2);副处理为播种密度,设5个水平,分别为133400株/hm²(M_1)、100000株/hm²(M_2)、80000株/hm²(M_3)、66600株/hm²(M_4)、57200株/hm²(M_5),向日葵株距分别为15、20、25、30、35 cm,每个处理3次重复,小区面积22.5 m²(7.5 m×3.0 m)。于10月16日穴盘播种育苗,2叶1心移栽,于11月1日按试验设计要求在日光温室内移栽定植。日光温室前茬洋葱苗收获后,将日光温室平均分为3个区,分3批种植切花向日葵,其中第1批种植在一区和二区,收获以后第2批种植在一区,使得一区重茬2次,二区重茬1次,三区重茬0次;收获以后第3批种植在一区、二区和三区。定植前施底肥磷酸二铵225 kg/hm²、氮磷钾三元复合肥(N-P₂O₅-K₂O为17-17-17)150 kg/hm²,膜下中央铺设滴灌带,用幅宽为70 cm、厚为0.01 cm的地膜覆盖窄行,向日葵双行定植,行距40 cm。各处理田间管理一致。

1.4 物候期调查

参考王兴珍等^[9]、陈涛等^[10]方法观测向日葵的物候期,分别对现蕾期(植株主茎花蕾直径达1 cm,占全区总株数75%),开花期(植株主茎花蕾的舌状花完全展开,占全区总株数75%),残花期(植株所有花盘凋亡,舌状花枯萎脱落失去观赏价值)进行记载,计算观花期(开花到残花时间)、全生育期(播种到谢花时间)。

1.5 开花期表型鉴定

每小区随机选取长势一致的10株向日葵,参照《植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南向日葵》(NY/T 2433—2013)在盛花期对开花期表型性状进行鉴定^[11],测定向日葵株高、茎粗、叶片大小、舌状花直径、花序直径等指标。

1.6 质量性状分级

1.6.1 主干花瓶插时间测定 初花期,各处理随机各选10株主茎舌状花展开与花盘垂直、茎粗相对一致的植株,基部斜切留秆60 cm,留2片叶插于花瓶中,从切花瓶插开始,每天观察其衰老过程,记录瓶插寿命(50%花瓣凋萎,最外层花瓣开始脱落,失去观赏价值为止)。

1.6.2 商品切花产出情况 在舌状花展开与花盘

呈 120° 的花朵占小区总株数的 75% 时, 小区四周各去除 2 行后, 随机选 10 株, 测定其株高、茎粗和花序直径, 按株高、茎粗及花序直径不同进行分级。商品切花分级标准如下: 一级品株高 120 cm 以上, 花序直径 15 cm 以上, 茎粗 1.5 ~ 2.5 cm。二级品株高 100 cm 以上, 花序直径 15 cm 以上, 茎粗 1.0 ~ 3.0 cm。三级品株高 60 cm 以上, 花序直径 10 cm 以上, 茎粗 1.0 ~ 3.0 cm。次级品株高低于 60 cm, 花序直径小于 10 cm 或大于 25 cm, 茎粗小于 1.0 cm 或大于 3.0 cm^[12]。不同等级的商品切花以不同价值系数计产, 其中一级品价值系数为 1、二级品为 0.7、三级品为 0.3、次级品为 0。计算时一级品、二级品、三级品共计 10 株。计算公式如下。

商品切花产出率=[(一级品×1+二级品×0.7+三级品×0.3)/10]×100%

净收益=收入-固定成本-可变成本

收入=种植株数×商品切花产出率×单价

式中, 单价按照当地当时 7 d 内平均市场价格估算。

1.7 数据统计与分析

采用 Microsoft excel 2016 软件进行数据统计, 使用 SPSS 26.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 重茬次数和种植密度对切花向日葵生育期的影响

由表 1 可知, 所有处理均在移栽后 25 ~ 35 d 进入现蕾期, 现蕾 11 ~ 19 d 进入初花期, 观花期

为 12 ~ 20 d, 全生育期为 72 ~ 81 d。

在相同密度下, 重茬次数增加使现蕾期明显提前, 与 C₀ 处理相比, M₁、M₂ 处理下, C₁ 处理均缩短 2 d、C₂ 处理均缩短 5 d; M₃ 处理下, C₁、C₂ 处理分别缩短 1、4 d; M₄ 处理下, C₁ 处理相当、C₂ 处理缩短 2 d; M₅ 处理下, C₁、C₂ 处理分别缩短 1、2 d。初花期和盛花期随重茬次数增加变化幅度不大, 穗重茬次数的增加缩短了观花期, 与 C₀ 处理相比, M₁ 处理下, C₁、C₂ 处理均缩短 3 d; M₂、M₃ 处理下的 C₁、C₂ 处理分别缩短 2、4 d; M₄ 处理下的 C₁、C₂ 处理分别缩短 2、3 d; M₅ 处理下的 C₁、C₂ 处理缩短 4、5 d。随着重茬次数的增加全生育期均缩短, 与 C₀ 处理相比, M₁、M₂ 处理下, C₁ 处理均缩短 2 d、C₂ 处理均缩短 5 d; M₃ 处理下, C₁、C₂ 处理分别缩短 1、4 d; M₄ 处理下, C₁ 处理相当、C₂ 处理缩短 2 d; M₅ 处理下, C₁、C₂ 处理分别缩短 1、2 d。

在相同重茬下, 种植密度降低使现蕾期推迟, 与 M₁ 处理相比, C₀ 处理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 1、2、3、4 d; C₁ 处理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 1、3、5、5 d; C₂ 处理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 1、3、6、7 d。除 C₂M₂ 处理外, 其余处理的观花期均随着种植密度的降低而延长或相当, 与 M₁ 处理相比, C₀ 处理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 0、1、2、4 d; C₁ 处理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 1、2、3、3 d; C₂ 处理下, M₄、M₅ 处理均推迟 2 d。种植密度降低使全生育期延长, 与 M₁ 处理相比, C₀ 处

表 1 不同处理切花向日葵的生育期

处理	物候期/(日/月)						观花期 /d	全生育期 /d
	播种期	移栽期	现蕾期	初花期	盛花期	残花期		
C ₀ M ₁	16/10	01/11	01/12	16/12	22/12	01/01	16	77
C ₀ M ₂	16/10	01/11	02/12	17/12	23/12	02/01	16	78
C ₀ M ₃	16/10	01/11	03/12	17/12	24/12	03/01	17	79
C ₀ M ₄	16/10	01/11	04/12	17/12	24/12	04/01	18	80
C ₀ M ₅	16/10	01/11	05/12	16/12	24/12	05/01	20	81
C ₁ M ₁	16/10	01/11	29/11	16/12	23/12	29/12	13	74
C ₁ M ₂	16/10	01/11	30/11	17/12	24/12	31/12	14	76
C ₁ M ₃	16/10	01/11	02/12	18/12	25/12	02/01	15	78
C ₁ M ₄	16/10	01/11	04/12	19/12	27/12	04/01	16	80
C ₁ M ₅	16/10	01/11	04/12	19/12	26/12	04/01	16	80
C ₂ M ₁	16/10	01/11	26/11	14/12	20/12	27/12	13	72
C ₂ M ₂	16/10	01/11	27/11	16/12	22/12	28/12	12	73
C ₂ M ₃	16/10	01/11	29/11	17/12	25/12	30/12	13	75
C ₂ M ₄	16/10	01/11	02/12	18/12	25/12	02/01	15	78
C ₂ M ₅	16/10	01/11	03/12	19/12	26/12	03/01	15	79

理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 1、2、3、4 d; C₁ 处理下 M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 2、4、6、6 d; C₂ 处理下, M₂、M₃、M₄、M₅ 处理分别推迟 1、3、6、7 d。说明重茬加剧高密度的早花现象, 高密度种植条件下重茬会导致应激反应强烈, 加速生殖生长, 促进早花, 缩短花期; 低密度种植则可缓解重茬压力, 减轻重茬不利影响, 密度越低, 个体营养充足, 发育稳健, 营养生长期延长, 花期也随之延长。

2.2 重茬次数和种植密度对切花向日葵农艺性状的影响

由表 2 可知, 重茬次数的增加对向日葵多数农艺性状有显著影响($P<0.05$)。随着重茬次数的增加, 平均株高、茎粗、叶片长、叶片宽、舌状花直径和花序直径均呈下降趋势, 且均以 C₀ 处理最佳, 其中平均株高为 132.93 cm、茎粗为 16.55 mm、平均叶片长为 18.62 cm、平均叶片宽为 16.24 cm、平均舌状花直径为 22.83 mm、平均花序直径为 15.55 cm; C₁ 处理较好, 其中平均株高为

131.53 cm、茎粗为 15.51 mm、平均叶片长为 17.74 cm、平均叶片宽为 15.50 cm、平均舌状花直径为 21.87 mm、平均花序直径为 15.34 cm。说明重茬次数增多, 导致植株生长受限, 营养器官和生殖器官性状均显著下降, 可能与土壤养分耗竭或连作障碍有关。

种植密度减小对切花向日葵性状有显著影响($P<0.05$)。其中, 相同密度下平均株高以 M₁ 处理最高, 为 134.26 cm, M₅ 处理最低, 为 123.86 cm, 密度减小导致株高降低, 说明低密度种植时光照竞争减弱。茎粗 M₁ 处理最细, 为 14.10 mm; M₅ 处理最粗, 为 16.59 mm, 种植密度降低反而促进茎秆增粗, 说明低密度种植时资源竞争减少。叶片长以 M₅ 处理最长, 为 18.93 cm; M₁ 处理最短, 为 15.90 cm。叶片宽以 M₅ 处理最宽, 为 16.20 cm; M₁ 处理最窄, 为 13.20 cm; 说明低密度种植水平有利于叶片扩展。舌状花直径以 M₅ 处理最大, 为 23.76 mm; M₁ 处理最小, 为 19.51 mm。花序直径以 M₅ 处理最大, 为 15.79 cm; M₁ 处理最小, 为

表 2 不同处理切花向日葵的农艺性状

处理	株高 /cm	茎粗 /mm	叶片长 /cm	叶片宽 /cm	舌状花直径 /mm	花序直径 /cm
C ₀ M ₁	134.79±2.63 a	15.29±0.92 c	17.1±2.1 b	14.4±1.8 b	20.89±2.23 b	15.07±0.21 c
C ₀ M ₂	134.74±1.87 a	16.13±1.04 bc	18.1±2.4 b	16.7±1.8 ab	22.24±3.75 ab	15.46±0.37 b
C ₀ M ₃	133.37±2.99 a	16.61±1.43 b	18.6±1.8 ab	15.7±2.0 ab	22.32±3.47 ab	15.49±0.30 b
C ₀ M ₄	131.89±4.44 ab	16.89±0.69 ab	19.0±2.5 ab	16.5± 3.0 ab	23.91±1.19 a	15.85±0.30 a
C ₀ M ₅	129.88±4.94 b	17.84±1.29 a	20.3±2.3 a	17.9±2.4 a	24.80±2.03 a	15.90±0.16 a
C ₁ M ₁	134.30±6.09 a	14.41±0.95 c	16.2±1.4 c	13.8±1.5 c	19.37±2.46 c	14.72±0.86 c
C ₁ M ₂	134.23±4.12 a	14.87±0.77 c	17.1±2.1 bc	14.4±1.8 bc	21.37±2.71 bc	15.08±0.59 bc
C ₁ M ₃	133.28±4.16 a	15.38±0.84 bc	17.8±1.6 ab	15.7±1.8 ab	21.67±2.00 abc	15.37±0.32 ab
C ₁ M ₄	128.99±6.71 ab	16.25±1.09 ab	18.6±1.2 a	16.8±2.2 a	22.94±2.32 ab	15.72±0.31 a
C ₁ M ₅	126.85±5.62 b	16.64±1.61 a	19.0±1.6 a	16.8±1.2 a	24.00±2.78 a	15.79±0.48 a
C ₂ M ₁	133.70±4.23 a	12.60±1.14 d	14.4±0.8 c	11.4±1.2 c	18.27±1.76 c	12.89±2.27 b
C ₂ M ₂	130.50±8.34 a	13.31±0.81 cd	15.3±1.3 bc	12.3±1.3 bc	20.16±1.57 bc	14.92±0.72 a
C ₂ M ₃	128.39±8.90 a	13.97±1.73 bc	16.1±1.9 ab	12.6±1.1 bc	20.38±1.93 b	15.07±0.72 a
C ₂ M ₄	119.91±5.88 b	14.83±1.83 ab	17.1±1.45 a	13.1±1.8 ab	21.77±1.97 ab	15.61±0.63 a
C ₂ M ₅	114.86±9.42 b	15.31±0.81 a	17.5±1.84 a	13.9±1.0 a	22.49±3.18 a	15.67±0.85 a
重茬效应						
C ₀	132.93±2.08 a	16.55±0.94 a	18.62±1.18 a	16.24±1.31 a	22.83±1.53 a	15.55±0.34 a
C ₁	131.53±3.41 a	15.51±0.93 b	17.74±1.13 b	15.50±1.38 a	21.87±1.75 a	15.34±0.45 a
C ₂	125.47±7.83 b	14.00±1.10 c	16.08±1.27 c	12.66±0.93 b	20.61±1.63 b	14.83±1.13 b
密度效应						
M ₁	134.26±0.55 a	14.10±1.37 c	15.90±1.37 d	13.20±1.25 c	19.51±1.32 c	14.23±1.17 c
M ₂	133.16±2.31 a	14.77±1.41 b	16.83±1.42 c	14.47±2.20 b	21.26±1.04 b	15.15±0.28 b
M ₃	131.68±2.85 a	15.32±1.32 b	17.50±1.28 bc	14.47±1.79 b	21.46±0.99 b	15.31±0.22 b
M ₄	126.93±6.25 b	15.99±1.06 a	18.23±1.00 ab	15.47±2.06 ab	22.87±1.07 a	15.73±0.12 a
M ₅	123.86±7.94 c	16.59±1.26 a	18.93±1.40 a	16.20±2.07 a	23.76±1.17 a	15.79±0.12 a
P值						
C	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
M	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
C×M	0.070	0.985	0.997	0.568	1	<0.05

14.23 cm。说明低密度种植水平能够提高开花性状。

交互作用仅对花序直径有显著影响($P<0.05$), 对其他性状无显著作用($P>0.05$)。说明重茬和密度对多数性状的影响相对独立, 但二者共同作用会显著影响花序大小。

2.3 重茬次数和种植密度对切花向日葵瓶插期和商品切花产出率的影响

由表 3 可知, 重茬次数增加对切花向日葵的瓶插期没有显著影响。瓶插期可能更多受品种遗传特性、采后处理条件(如保鲜剂)等因素主导, 而对栽培中的重茬胁迫不敏感。随着重茬次数的增加, 商品切花产出率显著降低, 其中以 C_0 处理最高, 为 96.0%; 其次是 C_1 处理, 为 90.0%; C_2 处理最低, 为 72.0%, 比 C_1 处理和 C_0 处理显著降低 24、18 个百分点。根据商品切花向日葵分级标准进行分级, C_2 处理符合一级品和二级品的比例

表 3 不同处理切花向日葵的瓶插期和商品切花产出率

处理	切花瓶插期 /d	商品切花产出率 /%
C_0M_1	7.1±1.2 a	87.0 c
C_0M_2	7.1±1.2 a	97.0 b
C_0M_3	7.2±0.9 a	97.0 b
C_0M_4	7.6±1.4 a	100.0 a
C_0M_5	7.4±1.3 a	100.0 a
C_1M_1	7.0±1.1 a	68.0 c
C_1M_2	7.1±0.7 a	93.0 b
C_1M_3	7.0±0.8 a	94.0 b
C_1M_4	7.1±1.2 a	97.0 a
C_1M_5	7.3±1.1 a	97.0 a
C_2M_1	6.9±1.0 a	46.0 e
C_2M_2	7.0±1.2 a	62.0 d
C_2M_3	7.1±1.2 a	81.0 c
C_2M_4	7.4±1.4 a	84.0 b
C_2M_5	7.3±1.1 a	87.0 a
重茬效应		
C_0	7.28±0.22 a	96.0 a
C_1	7.10±0.12 a	90.0 b
C_2	7.14±0.21 a	72.0 c
密度效应		
M_1	7.00±0.10 a	67.0 d
M_2	7.07±0.06 a	84.0 c
M_3	7.10±0.10 a	91.0 b
M_4	7.37±0.25 a	94.0 a
M_5	7.33±0.06 a	95.0 a
P值		
C	0.700	0
M	0.621	0
C×M	0.999	0

下降、三级品增加, 最终产出率降低。说明重茬极显著降低商品切花产出率, 主要由于连作障碍导致植株生长不良, 无法达到高等级切花标准。

种植密度对瓶插期无显著影响。但随着种植密度的降低, 商品切花产出率呈显著增加趋势。其中以 M_1 处理最低, 为 67.0%; M_5 处理最高, 为 95.0%。说明低密度种植水平下个体营养空间充足, 光照竞争减弱, 因此植株茎粗更粗、花序直径更大、株高适中, 更容易达到一级品标准。而高密度种植水平下植株细弱、花序直径小, 易产生三级品。

重茬次数和种植密度对瓶插期无显著交互作用($P=0.999$), 对商品切花产出率存在显著交互作用($P=0$)。说明重茬导致土壤环境恶化、养分失衡、病原菌积累等, 而低密度种植减少了植株间竞争, 改善了单株营养状况, 从而部分抵消了重茬的负面影响。

2.4 重茬次数和种植密度对切花向日葵经济效益的影响

由表 4 可知, 重茬次数增加净收益显著降低。其中 C_0 处理平均净收益最高, 为 126 857.92 元 / hm^2 , 其次是 C_1 处理, 为 99 199.12 元 / hm^2 ; C_2 处理最低, 为 32 800.84 元 / hm^2 , 比 C_1 处理和 C_0 处理降低 66 398.28、94 057.08 元 / hm^2 。结合表 3 可知, 重茬导致商品切花产出率下降, 收入减少。同时, 重茬可能增加病害风险和管理成本, 进一步压缩利润。

相同重茬下, 密度影响因重茬水平而异。 C_0 处理下, M_1 处理净收益最高, 为 235 907.9 元 / hm^2 ; M_5 处理最低, 为 40 016.7 元 / hm^2 。 C_1 处理下, M_2 处理净收益最高, 为 160 733.3 元 / hm^2 ; M_5 处理最低, 为 33 324.3 元 / hm^2 。 C_2 处理下, M_3 处理净收益最高, 为 59 586.7 元 / hm^2 ; M_5 处理最低, 为 11 016.3 元 / hm^2 。对种植密度和经济效益进行相关性分析, 收入与种植密度、产出率呈正相关, 可变成本与种植密度呈正相关。但可变成本变化幅度小于收入变化, 产出率变化对收入影响远大于成本节约, 因此收入变化主导净收益。说明重茬条件下, 盲目采用高密度会降低产出率反而效益不佳。

3 讨论与结论

“油见油, 三年愁”是指油料作物不能重茬连

表 4 不同处理切花向日葵的经济效益

处理	种植株数 /(株/hm ²)	收入 ^① /(元/hm ²)	固定成本/(元/hm ²)				可变成本/(元/hm ²)		净收益 /(元/hm ²)
			土地及设施租赁费	机耕费	地膜及滴灌带费	肥料及水电费	种苗费	移栽及采收费	
C ₀ M ₁	133 400	464 232	150 000	1 500	1 800	4 500	53 360.0	17 164.1	235 907.9
C ₀ M ₂	100 000	388 000	150 000	1 500	1 800	4 500	40 000.0	13 866.7	176 333.3
C ₀ M ₃	80 000	310 400	150 000	1 500	1 800	4 500	32 000.0	11 093.3	109 506.7
C ₀ M ₄	66 600	266 400	150 000	1 500	1 800	4 500	26 640.0	9 435.0	72 525.0
C ₀ M ₅	57 200	228 800	150 000	1 500	1 800	4 500	22 880.0	8 103.3	40 016.7
C ₁ M ₁	133 400	362 848	150 000	1 500	1 800	4 500	53 360.0	14 629.5	137 058.5
C ₁ M ₂	100 000	372 000	150 000	1 500	1 800	4 500	40 000.0	13 466.7	160 733.3
C ₁ M ₃	80 000	300 800	150 000	1 500	1 800	4 500	32 000.0	10 853.3	100 146.7
C ₁ M ₄	66 600	258 408	150 000	1 500	1 800	4 500	26 640.0	9 235.2	64 732.8
C ₁ M ₅	57 200	221 936	150 000	1 500	1 800	4 500	22 880.0	7 931.7	33 324.3
C ₂ M ₁	133 400	245 456	150 000	1 500	1 800	4 500	53 360.0	11 694.7	22 601.3
C ₂ M ₂	100 000	248 000	150 000	1 500	1 800	4 500	40 000.0	10 366.7	39 833.3
C ₂ M ₃	80 000	259 200	150 000	1 500	1 800	4 500	32 000.0	9 813.3	59 586.7
C ₂ M ₄	66 600	223 776	150 000	1 500	1 800	4 500	26 640.0	8 369.4	30 966.6
C ₂ M ₅	57 200	199 056	150 000	1 500	1 800	4 500	22 880.0	7 359.7	11 016.3

①切花向日葵单价为 4 元/株。

作。王德身^[13]研究表明,连作使向日葵产量随年限增长而减产日趋加重。唐兴举^[14]研究表明,全膜覆盖种植向日葵重茬不宜种植。陈嘉敏^[15]研究表明,向日葵连作会传播向日葵恶性寄生性杂草列当,使向日葵植株矮细,花盘较小或者不能形成花盘,直至植株死亡。贾秀苹等^[16]研究认为,向日葵种植切忌重茬及迎茬种植。本研究表明,重茬次数的增加显著缩短了向日葵的生育期和观花期,降低了株高、茎粗、叶片大小、舌状花直径和花序直径等关键农艺性状,进而导致商品切花产出率显著下降。这一现象可能与连作导致的土壤养分失衡、病原菌积累、根系分泌物自毒作用等连作障碍因素有关,与前人研究结果一致。

向日葵种植是一个群体生长的过程^[17],适宜的行距及密度能调节植株截获光能力、改善植株光合能力、调节群体器官资源分配^[18],可确保适宜的冠层结构与光合特性,平衡个体与群体间的矛盾,从而增加向日葵干物质积累量^[19],也是破解制约向日葵产量、品质 and 经济效益协同提升的关键^[20]。葛亚英等^[21]研究发现,观赏向日葵播种间距对植株茎粗、叶片大小、花序直径等影响较大。刘文杰等^[22]、尤艳蓉等^[23]、张红等^[24]、李彬瑞等^[25]研究表明,向日葵株高随着密度的增加

而增加,茎粗和花盘直径随着密度的增加明显减小。本研究表明,切花向日葵种植密度的降低在一定程度上缓解了重茬带来的负面影响。低密度条件下,植株个体营养空间充足,光照竞争减弱,有利于茎秆增粗、叶片扩展和花序发育,从而提高商品切花产出率。尤其是在重茬 2 次条件下,采用低密度种植(57 200 株/hm²)仍能保持较高的切花产出率(87.0%),显著高于高密度种植(133 400 株/hm²)切花产出率(46.0%)。这表明通过调整种植密度可在一定程度上减轻连作障碍对向日葵生长的不利影响。瓶插期受重茬和密度影响不显著,说明其更多受品种遗传特性和采后处理措施控制,与栽培条件关系较小。经济效益分析显示,重茬次数增加显著降低了净收益,主要原因是商品切花产出率下降导致收入减少。在不同重茬水平下,最优种植密度存在差异,无重茬时高密度(133 400 株/hm²)种植水平下收益最高,重茬 1 次时中等密度(100 000 株/hm²)种植水平下最优,重茬 2 次时中等偏低密度(80 000 株/hm²)种植水平下收益最佳。这说明在实际生产中应根据土壤连作情况灵活调整种植密度,以实现经济效益最大化。

本研究系统探讨了重茬次数与种植密度对切花向日葵物候期、农艺性状、瓶插期、商品切花

产出率及经济效益的综合影响。重茬次数增加显著缩短切花向日葵的生育期和观花期,降低株高、茎粗、叶片大小、舌状花直径和花序直径等农艺性状指标,导致商品切花产出率显著下降。降低种植密度可缓解重茬对向日葵生长的负面影响,提高茎粗、花序直径和商品切花产出率,尤其在重茬严重地区推荐采用中低密度种植。瓶插期不受重茬和密度影响,建议通过品种选育和采后保鲜技术进一步延长瓶插寿命。经济效益受重茬和密度共同影响,无重茬时,推荐高密度(133 400株/hm²)种植,净收益可达到235 907.9元/hm²;重茬1次时,推荐中等密度(100 000株/hm²)种植,净收益可达到160 733.3元/hm²;重茬2次时,推荐中等偏低密度为(80 000株/hm²)种植,净收益可达到59 586.7元/hm²,可实现净收益最大化。综上,合理轮作避免重茬是保障切花向日葵优质高产的关键措施,在不可避免的重茬条件下,可通过调整种植密度缓解连作障碍,提高经济效益。

参考文献:

- [1] 郭树春,李素萍,孙瑞芬,等.世界及我国向日葵产业发展总体情况分析[J].中国种业,2021(7):10-13.
- [2] 陈忠.新型切花——观赏向日葵[J].北方园艺,1998(Z1):145.
- [3] 王兴珍,卯旭辉,贾秀苹,等.基于表型性状的观赏向日葵种质资源遗传多样性分析[J].寒旱农业科学,2022,1(1):45-49.
- [4] 刘明,梁均平,张迪,等.不同植物生长延缓剂对切花向日葵农艺性状的影响[J].湖北农业科学,2024,63(7):83-86;91.
- [5] 王兴珍,卯旭辉,贾秀苹,等.14个食用向日葵品种比较试验初报[J].农业科技与信息,2020(23):17-20;26.
- [6] 贾秀苹,陈炳东,卯旭辉,等.甘肃省向日葵产业化发展的思考[J].农业科技通讯,2011(3):7-10.
- [7] 曹淑雯.基于LCA理论的鲜切花供应链碳足迹研究——以南京汉中门花卉市场为例[J].物流工程与管理,2021,43(10):73-76.
- [8] 刘明,上蒙飞,张迪,等.不同生长条件下切花向日葵生产效益和碳足迹分析[J].农业工程,2024,14(5):74-78.
- [9] 王兴珍,卯旭辉,贾秀苹,等.基于主成分和系统聚类分析法对23个观赏向日葵株系农艺性状的综合评价[J].寒旱农业科学,2024,3(11):1019-1024.
- [10] 陈涛,杨华,高进,等.观赏向日葵的开花特性及其对播种期的响应[J].北方农业学报,2021,49(5):48-53.
- [11] 中华人民共和国农业部.植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南向日葵:NY/T 2433—2013[S].北京:中国标准出版社,2013.
- [12] 赵亚静,李勋,孙峰,等.切花向日葵新品种筛选试验初报[J].中国花卉园艺,2009(8):72-75.
- [13] 王德身.要避免向日葵重茬连作[J].新农业,1987(2):17.
- [14] 唐兴举.双垄全膜覆盖种植食用向日葵“一膜两年用”后作效益试验[J].内蒙古农业科技,2012(5):31-32.
- [15] 陈嘉敏.合理轮作倒茬促进向日葵持续、健康种植[J].现代农业,2015(6):48-49.
- [16] 贾秀苹,冯海,卯旭辉,等.食用向日葵杂交种兴沃9号选育报告[J].寒旱农业科学,2024,3(11):1015-1018.
- [17] 赵松岭,李凤民,张大勇,等.作物生产是一个种群过程[J].生态报,1997,17(1):100-104.
- [18] 凌一波,冯云格,王斌杰,等.密度与行距配置对向日葵冠层结构及光合特性的影响[J].作物杂志,2022(3):155-160.
- [19] 张慧,厉宝仙,李婧,等.不同环境下载培密度对向日葵生物量及产量的影响[J].分子植物育种,2022,20(16):5520-5531.
- [20] 杨向红,秦爱红,李海秋,等.食用向日葵杂交种YS809种植密度试验研究[J].安徽农学通报,2010,16(3):92-93.
- [21] 葛亚英,田丹青,朱强,等.播种间距及深度对观赏向日葵生长开花的影响[J].浙江农业科学,2020,61(11):2288-2289.
- [22] 刘文杰,郑磊,段维.播期密度耦合对向日葵生长发育、产量及构成因素的影响[J].东北农业科学,2023,48(5):46-50.
- [23] 尤艳蓉,李锦龙,李城德,等.食用向日葵杂交种SH361种植密度试验研究[J].中国农技推广,2019,35(8):59-60.
- [24] 张红,郑洪元,王文浩,等.不同种植密度对向日葵农艺性状及产量的影响[J].现代农业科技,2017(22):17-19.
- [25] 李彬瑞,张婷婷,王瑞珍,等.河套灌区向日葵种植行距密度效应研究[J].安徽农业科学,2025,53(7):15-18.