

基于PCA的智能温室切花玫瑰产量驱动因素分析

李建承^{1,2}, 王连泉^{1,2}, 江龙龙¹, 白俊龙², 唐学祥², 高博¹, 胡轶林¹

(1. 兰州新区农业科技开发有限责任公司, 甘肃 兰州 730000; 2. 兰州新区农投丝路园艺科技有限公司, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 为实现智能温室切花玫瑰的高产稳产和高效益生产, 聚焦智能温室切花玫瑰产量的驱动因素, 以兰州新区现代农业示范园花卉产业基地为例, 通过主成分分析法(PCA), 系统分析了2021年7月至2024年6月期间的生产数据。研究发现, 室内平均光照强度、室内平均温度及累计反渗透(OR)水灌水量等因素, 对玫瑰产量与品质具有决定性影响。生产总成本、人员配置、室内平均CO₂浓度及累计施肥量等因素通过优化生产效率、环境稳定性和营养需求, 间接促进产量提升; 销售单价作为市场影响因素, 对产量具有重要影响。主成分分析结果表明, 提取的4个主成分累计方差贡献率达85.461%, 其中室内平均光照强度、室内平均温度及累计OR水灌水量在第1主成分中占据主导地位, 生产总成本、人员配置等因素在第2主成分中影响显著, 销售单价在第3主成分中起决定性作用。综合提出了科学调控环境因素、优化间接管理措施、制定合理市场策略及强化数据驱动决策等建议, 为智能温室切花玫瑰种植管理提供了理论支撑和实践指导。

关键词: 智能温室; 切花玫瑰; 主成分分析; 驱动因素

中图分类号: S685.12; S629 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-2172(2026)04-0340-07

[doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2026.04.009](https://doi.org/10.3969/j.issn.2097-2172.2026.04.009)

智能温室作为解决复杂自然环境与生产种植之间有效衔接的设施, 长期以来备受园艺产业的青睐。然而, 智能温室生产种植的环境生态体系较为复杂, 其运行状况受自然因素、环境因素以及人为因素的相互影响, 共同决定智能温室的运行效益。目前, 国内外学者从种植管理模式、施肥管理、采后处理、病虫害防治、资源利用效率、价格体系等不同的角度对切花玫瑰进行了充分的分析研究^[1-7], 但是针对智能温室切花玫瑰产量影响因素的综合研究较少。进一步提高智能温室切花玫瑰的产量、降低生产成本, 寻求合理的管理模式, 实现运营效益的最大化, 已成为切花玫瑰产业发展亟待解决的问题。鉴于此, 我们以兰州新区现代农业示范园花卉产业基地为例, 从影响智能温室切花玫瑰生产种植的环境要素、自然要素以及人为要素等影响因素着手, 运用主成分分析法深入分析智能温室切花玫瑰生产种植过程中各因素的影响程度, 以期提出适宜智能温室切花玫瑰生产调控模式, 为同类地区智能温室切花玫瑰生产提供借鉴。

1 研究区概况及方法

1.1 研究区概况

兰州新区地处西北内陆, 位于秦王川盆地, 地势平坦开阔, 属于典型的温带大陆性气候, 全年降水量偏少, 蒸发量高, 土壤盐碱化严重^[8], 昼夜温差大, 农业生产种植面临的考验复杂严峻, 花卉露天种植局限性强, 产业发展受限。近年来, 随着智能温室的兴建以及全球切花玫瑰产业的迅速发展, 兰州新区紧随行业发展之势, 先后建成全球先进智能温室50 hm²进行切花玫瑰的规模化种植, 目前已具有一定规模和市场效应。兰州新区现代农业示范园花卉产业基地于2021年投入使用, 种植面积约30 hm², 为标准化文洛式智能温室, 配备国内外先进技术水平及设施设备, 自动化、智能化程度较高, 主要种植国内外各类市场流行的切花玫瑰, 种植条件达到国际国内同行业领先水平。该基地的生产种植模式、管理体系、市场销售体系均已成熟完备, 其基础设施建设、运营条件及生产种植模式具有西北地区智能温室切花玫瑰种植的典型代表性。

收稿日期: 2025-09-28; 修订日期: 2025-12-05

基金项目: 国家玫瑰鲜切花全产业链标准化示范区(SFQ11-87)。

作者简介: 李建承(1990—), 男, 甘肃会宁人, 高级工程师, 硕士, 主要从事设施农业、农业水土工程方面管理及科研工作。Email: lijiancheng_ljc@163.com。

1.2 研究方法

在智能温室切花玫瑰的生产种植中, 其产量受环境因素(如温度、湿度及光照条件等)、人为管理层面(如灌水量、施肥量及劳动力配置等)以及外部经济环境(如市场销售价格、资材成本等)等多重因素的复杂影响。这些因素间相互交织, 共同作用于切花玫瑰的最终产量。为了深入探究这一多因素系统, 引用主成分分析法(Principal Component Analysis, PCA), 通过实施正交变换, 将一组可能在线性相关性的原始变量转化为一组彼此线性无关的新变量, 即主成分。此过程的核心优势在于能够在最大限度上保留原始数据集所蕴含的信息变异, 同时实现数据维度的有效缩减。鉴于此, 本研究采用该技术对智能温室切花玫瑰生产种植过程中影响产量的诸多因素进行综合分析, 旨在识别出对产量具有显著影响的关键因素, 为切花玫瑰生产种植过程中的精细化管理提供科学依据, 以期实现经营效益的最优化。本研究不仅有助于提升切花玫瑰的产量, 也能为智能温室农业的可持续发展提供有力支撑。

1.3 数据处理与分析

用Excel 2016软件进行数据计算, 利用SPSS 29.0软件进行PCA分析计算。

2 数据来源与指标

2.1 数据来源

数据来源为兰州新区现代农业示范园花卉产业基地2021年7月至2024年6月(3个完整的作物生长年)生产数据。所有数据均为智能温室切花玫瑰生产种植过程中的实际生产数据。温度、湿度、光照强度、CO₂浓度、施肥量、反渗透(Reverse Osmosis, RO)水灌水量等数据均由自动环控系统PRIVA自动收集, 生产人工数量、总成本、产量、销售单价等数据均由进销存管理系统据实记录。

2.2 指标确定

通过相关性分析筛选出与切花玫瑰产量相关性较高的室内平均温度、室内平均湿度(RH)、室内平均CO₂浓度、累计RO水灌水量、累计施肥量、销售单价、人工配置、生产总成本等8个因素进行分析研究。各变量的描述性统计如表1所示。

2.2.1 室内平均温度

智能温室生产具有适时调

整室内温度的功能, 切花玫瑰生长最适宜的温度为18~22℃, 温度过高或过低均会影响切花玫瑰的正常生长。选用室内月平均温度作为核心温度指标进行深入研究与分析, 不仅能够全面反映温室在整个月份中的温度状况, 而且便于与切花玫瑰最佳生长温度进行对比, 从而及时调整温控策略。

2.2.2 室内平均湿度

湿度过大会导致智能温室切花玫瑰产生各类病虫害, 严重影响切花的产量及质量, 而湿度过小则导致花瓣水分流失过快, 易造成花朵萎蔫, 影响切花质量, 为此选取室内平均湿度, 即90%时间段内的平均湿度作为湿度指标进行研究。

2.2.3 室内平均光照强度

智能温室内光照强度最强时段集中在12:00—14:00时, 持续时间约1.5~2.0 h, 最强光照强度可达10万lx以上, 光照强度最弱时段主要集中在天黑前及天亮前, 持续时间约1.0~1.5 h。切花玫瑰是阳性植物, 喜光, 特别是散射光, 其叶片的光饱和点一般为35 000~50 000 lx, 而光补偿点则为10 000 lx。10:00时的光照强度通常处于玫瑰花光合作用的高效区间内, 既不会因光照过强导致光抑制, 也不会因光照不足影响光合作用, 此时段的光照条件有利于切花玫瑰充分进行光合作用, 积累有机物, 促进生长和开花。因此, 选择10:00时的光照强度作为室内平均光照强度进行分析研究。

2.2.4 室内平均CO₂浓度

室内CO₂浓度是影响智能温室切花玫瑰产量的主要因素, 尤其是当冬季室外温度低于0℃时, 温室智能控制系统会严格控制天窗开闭, 极大缩短开窗时间, 导致室内CO₂稀薄, 影响切花玫瑰的光合作用, 进而影响产量。

2.2.5 累计RO水灌水量

为智能温室切花玫瑰的整个生产周期内, 通过RO技术处理后的纯净水的灌溉总量。RO技术是一种高效的水处理技术, 能够去除自来水中的大部分有害离子、杂质、微生物等, 为切花玫瑰提供清洁、安全的灌溉水源。RO水灌水量即切花玫瑰正常生产用水量。

2.2.6 累计施肥量

智能温室切花玫瑰生产具有生产种植模式调控响应缓慢、生产试错成本高、倒茬换茬周期长的特点, 智能温室切花玫瑰生产过程中配施肥方案相对稳定。以投资成本最低、产品质量最稳定为原则, 所选用肥料供应厂家相

对固定，因此为简化指标计算难度，将各类单质水溶肥按施肥配比用量结合采购单价进行综合代换，作为切花玫瑰产量影响因素进行分析。

2.2.7 销售单价 销售单价是切花玫瑰市场供需关系的直接体现。在自由竞争的市场环境中，销售单价受到多种市场因素的共同作用，包括但不限于消费者需求、季节性变化、竞争对手的定价策略、宏观经济环境以及国际花卉市场的动态等。这些因素相互交织，共同决定了切花玫瑰在某一特定时刻的市场价格。销售单价的波动，会迅速反馈到智能温室的生产种植环节，对产量产生显著影响。销售单价取平均每天单枝玫瑰的销售价格。

2.2.8 人员配置 在智能温室切花玫瑰的生产中，人员配置是确保产量稳定和提升的关键因素之一。种植及管理工作人员的合理配置与高效管理，不仅关乎日常生产活动的顺利进行，更直接影响到切花玫瑰的生长状况、产量以及整体品质。人员配置为智能温室平均每天工作人员总数。

2.2.9 生产总成本 生产总成本是智能温室切花玫瑰生产活动的核心经济指标，可以全面综合地反映各个环节所发生的全部费用支出。这一指标数值的大小，不仅直接体现了企业在生产过程中的资源投入情况，而且会对智能温室切花玫瑰的产量、品质乃至整体经济效益产生深远的影响。

3 结果与分析

3.1 研究设计与数据预处理

本研究通过相关性分析，选取了9项数据统计

指标，旨在深入探究这些关键指标对智能温室切花玫瑰产量可能产生的潜在影响。为有效消除不同量纲对数据分析精度的潜在干扰，利用SPSS 29.0软件对原始数据集进行了全面、系统的标准化处理，确保所有入选指标均被转换至同一量纲标准下。

3.2 数据适用性评估

正式开展主成分分析之前，采用Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 测度以及 Bartlett 球形度检验对数据集的适用性进行了全面评估。KMO测度用于衡量变量间的偏相关性，其值越接近1，表明变量间的相关性越强，数据越适合进行因子分析；而 Bartlett 球形度检验则用于检验相关矩阵是否为单位矩阵，若检验的统计量数值较大，且对应的概率值小于用户给定的显著性水平，则表明原始变量之间存在相关性，适合进行主成分分析。由表2可以看出，KMO值为0.725，高于0.7的阈值，表明本研究中所选取的变量之间存在着显著的相关性，为进行主成分分析提供了良好的数据基础；Bartlett球形度检验的显著性为0.001，远低于常用的显著性水平0.01，进一步证实了原始变量间存

表2 KMO和Bartlett检验结果

检验类型	指标	检验值
KMO检验	KMO值	0.725
Bartlett球形度检验	近似卡方	172.936
	自由度	36
	显著性	0.001

表1 各变量描述性统计

变量	指标	单位	均值	标准差	最小值	最大值
室内平均温度	X ₁	℃	19.364	1.346	17.90	22.90
室内平均湿度	X ₂	%	53.589	16.338	23.50	81.10
室内平均光照强度	X ₃	lx	44 111.111	11 564.176	15 500.00	60 500.00
室内平均CO ₂ 浓度	X ₄	μl/L	541.111	120.487	369.00	809.00
累计RO水灌水量	X ₅	m ³	28 636.111	9 516.487	15 555.00	52 175.00
累计施肥量	X ₆	元	172 135.500	67 252.690	86 655.00	311 283.00
销售单价	X ₇	元/枝	1.250	0.611	0.60	3.20
人员配置	X ₈	人	358.944	33.263	261.00	415.00
生产总成本	X ₉	元	4 419 781.794	1 511 714.935	761 307.51	7 813 618.79

在着紧密的相关性, 再次验证了数据非常适合进行主成分分析。综上所述, 本研究所选取的数据集在统计上具备进行主成分分析的充分条件和必要性^[9-11]。

3.3 主成分提取

对标准化后的数据进行了主成分分析, 以提取对切花玫瑰产量影响最显著的关键因子。通过主成分分析, 获得了各主成分的特征值及其对应的累计贡献率(表3)。通过主成分分析, 成功地从标准化后的数据集中提取出了4个关键主成分, 积累贡献率为85.460%, 能够有效概括和解释原始数据集中的大部分信息。其中, 第1主成分的方差贡献率高达40.959%, 第2主成分为26.628%, 第3主成分为11.067%, 第4主成分为6.806%。

表3 各主成分的特征值及其提取的方差贡献率

成分	特征值			主成分提取		
	特征值	方差贡献率 /%	累计贡献率 /%	特征值	方差贡献率 /%	累计贡献率 /%
1	3.686	40.959	40.959	3.686	40.959	40.959
2	2.397	26.628	67.587	2.397	26.628	67.587
3	0.996	11.067	78.654	0.996	11.067	78.654
4	0.613	6.806	85.460	0.613	6.806	85.460
5	0.419	4.651	90.111			
6	0.334	3.706	93.817			
7	0.258	2.861	96.678			
8	0.197	2.188	98.866			
9	0.102	1.134	100.000			

3.4 主成分结果分析

通过主成分分析, 探究了影响整体数据结构的关键因素。由表4可以看出, 各变量的载荷系数及其在主成分中的贡献得到了明确揭示。其中, 第1主成分的方差贡献率高达40.959%, 是解释数据结构变异的最主要成分。在这一成分中, 室内平均光照强度(ZX_3 , 载荷系数0.870)、室内平均温度(ZX_1 , 载荷系数0.848)以及累计RO水灌水量(ZX_5 , 载荷系数0.807)均表现出较高的正载荷系数, 表明这些因素对整体数据结构具有显著影响, 强调了光照、温度和灌溉水量在农业生产或相关环境控制中的核心作用, 共同构成了影响

系统性能的主要因素。第2主成分的方差贡献率为26.628%, 其中生产总成本(ZX_9 , 载荷系数0.787)、人员配置(ZX_8 , 载荷系数0.764)、室内平均CO₂浓度(ZX_4 , 载荷系数0.685)以及累计施肥量(ZX_6 , 载荷系数0.660)均展现出较高的正载荷系数, 表明除了直接的生产环境因素外, 成本管理、人力资源配置、CO₂浓度以及施肥量等农业管理措施也对数据结构产生了显著影响。第3主成分方差贡献率为11.067%, 主要由销售单价(ZX_7 , 载荷系数0.826)主导, 这一结果突出了销售单价在市场上的重要性, 其直接关联到产品的经济价值和市场竞争力, 对整体数据结构具有不可忽视的影响。第4主成分的方差贡献率相对较低, 为6.806%, 其中人员配置(ZX_8 , 载荷系数0.548)虽然占比较大, 但相较于前3个主成分, 对整体数据结构的影响较为有限, 表明在综合考虑所有因素时, 人员配置虽然重要, 但其影响程度可能受到其他更为关键因素的制约。

表4 主成分荷载系数

变量	指标	主成分			
		1	2	3	4
室内平均温度	ZX_1	0.848	-0.209	-0.087	0.071
室内平均湿度	ZX_2	-0.920	0.195	0.065	0.159
室内平均光照强度	ZX_3	0.870	0.093	0.151	-0.201
室内平均CO ₂ 浓度	ZX_4	-0.500	0.685	-0.181	-0.276
累计RO水灌水量	ZX_5	0.807	0.315	-0.181	0.192
累计施肥量	ZX_6	0.484	0.660	-0.304	-0.341
销售单价	ZX_7	0.373	0.315	0.826	0.054
人员配置	ZX_8	0.161	0.764	-0.197	0.548
生产总成本	ZX_9	-0.248	0.787	0.289	-0.101

4 讨论与结论

为进一步理解室内平均温度、室内平均湿度、室内平均光照强度、室内平均CO₂浓度、累计反渗透(RO)水灌水量、累计施肥量、销售单价、人员配置、生产总成本等因素的影响机理, 通过主成分分析, 提取的4个主成分累计贡献率达85.460%, 其中室内平均光照强度、室内平均温度和累计RO水灌水量在第1主成分中占据主导地位, 生产总成本、人员配置等因素在第2主成分中影响显著, 销售单价在第3主成分中起决定性作

用。对其进行层次化分析,从直接影响因素、间接影响因素、市场影响因素3个方面出发,探讨其对智能温室切花玫瑰的产量的影响机理。

直接影响因素方面,光照作为设施种植的关键驱动因素,直接关系到植物的产量与品质^[12]。通过科学的光照管理策略,智能温室切花玫瑰的产量和品质可得到显著提升,为高产优质生产提供有力支撑。通过精细调控自然光照利用、实施LED人工补光策略及优化光照质量,可以显著提升玫瑰的光合作用效率和生长速度。具体而言,合理的温室朝向与屋面角度设计能最大化自然光照接收,适时使用遮阳网可以有效避免光照过强带来的负面影响。根据相关试验数据表明,采用LED补光可使光合有效辐射总量提升38%,进而实现产量57%的显著增长^[13]。此外,精准控制光照强度、光周期和光质,如确保光照强度在35 000~50 000 lx范围内,适当延长光照时间,以及调节光源光谱组成以富含红光和蓝紫光,均能显著促进玫瑰的花芽分化和开花质量。温度作为智能温室切花玫瑰生长的核心驱动因素,其精确控制对产量和品质具有决定性影响。研究表明,切花玫瑰在12~28℃的温度范围内生长最佳,其中白天24~26℃,夜间14~16℃为最适温区,此条件下玫瑰生长迅速,花朵艳丽;温度偏离此范围,尤其是低于5℃或高于30℃,将显著减缓生长速度,增加畸形花比例,降低切花质量^[14-15]。智能温室通过集成先进技术,实现温度环境的精准调控,确保玫瑰始终处于最佳生长状态,相比非智能温控环境,智能温室中的玫瑰产量可提高20%以上,切花品质显著提升,畸形花率降低至5%以下。因此,精确的温度控制是提升智能温室切花玫瑰产量和品质的关键机理。在智能温室中,灌溉水量的精准管理对植物生长至关重要。根据兰州新区现代农业示范园花卉产业基地对种植的14个品种观测结果,适量灌溉能显著提升植物生长速度10%~15%,增加开花数量15%~20%,而过量灌溉则导致根部发生烂根等病害发生率增加20%~30%,生长速度明显降低;亏缺灌溉则使生长速度降低8%~10%,开花数量减少12%~15%。智能温室集成先进的自动化灌溉系统,通过实时探测基质中水分含量,实现根据智能温室切花玫瑰水

分需求和基质水分状况精量灌溉,进而影响玫瑰的产量和品质。

间接影响因素方面,生产成本作为智能温室切花玫瑰产量的核心驱动因素,其构成包括品种选定与种苗成本、设施设备购置与维护成本、温室运营成本、人工管理成本、包装与宣传成本以及办公与税费成本。这些成本要素通过直接影响生产效率、生长环境稳定性和市场竞争力,进而对切花玫瑰的产量产生深远影响。通过优化各成本要素的管理,如选择优良品种、投资高效设施设备、优化温室运营策略、提高人工管理效率、合理包装宣传以及降低办公税费成本,可以有效降低生产成本,提高生产效率,从而推动智能温室切花玫瑰产量的提升和整体经济效益的增长。人力资源管理作为智能温室切花玫瑰产量的核心驱动要素,发挥着至关重要的作用,不仅可以精确匹配员工技能与岗位需求、持续开展教育培训以提升员工专业素养,还可通过引入绩效考核机制和计件制等激励措施,有效激发员工的工作积极性和创造力。绩效考核机制确保了员工努力与成果的直接关联,而计件制则进一步将产量与员工收益紧密相连,从而极大地提高了生产效率。同时,强化团队协作与沟通,优化了生产流程,减少了浪费,共同推动了切花玫瑰产量的显著增长与品质的稳步提升。CO₂浓度作为驱动智能温室切花玫瑰产量增长的关键因素之一,通过精确控制CO₂浓度至适宜范围,可显著提升切花玫瑰的光合作用效率,加快生长速率,并改善花朵品质。结合光照、温度等环境因素的协同优化,切花玫瑰的产量可得到提升,从而显著提高经济效益。科学的施肥策略是智能温室切花玫瑰高产稳产的关键驱动因素,通过精准满足植物营养需求,促进根系发育、增加叶面积、提高光合作用效率和抗逆性,进而促进玫瑰的生长和开花。在智能温室环境下,优化施肥策略结合环境控制,能显著提高切花玫瑰的产量和品质,实现高效益生产^[16]。

市场影响因素方面,销售单价是智能温室切花玫瑰产量的重要驱动因素,直接影响产品的市场定位、竞争力及销量。合理的定价策略需综合考虑市场需求、成本收益及消费者需求变化,以

平衡价格与销量, 最大化经济效益。通过灵活调整定价, 生产者可以应对市场波动, 保持竞争优势, 实现切花玫瑰的高效益生产。

本研究运用主成分分析法, 深入剖析了智能温室切花玫瑰产量的多个驱动因素。通过层次化分析, 从直接影响因素、间接影响因素及市场影响因素三个维度, 系统地揭示了这些因素对智能温室切花玫瑰产量的作用机理, 得出以下结论。首先, 光照、温度及灌溉水量等直接影响因素, 对玫瑰产量与品质具有决定性影响, 科学的管理策略能显著提升产量和品质。其次, 成本、人员、CO₂浓度和施肥量等间接影响因素, 通过优化生产效率、环境稳定性和营养需求, 间接促进产量提升。最后, 销售单价等市场影响因素通过影响销量和经济效益, 对产量产生重要影响, 合理定价策略是关键。综上所述, 智能温室切花玫瑰的产量受到多方面因素的共同影响, 为实现高产稳产, 需综合考虑直接影响、间接影响及市场因素, 制定综合策略以提升智能温室切花玫瑰的产量、品质和经济效益。

参考文献:

- [1] YIN X P, CHEN J J, YE Y Y, et al. Optimizing bent branch numbers improves transpiration and crop water productivity of cut rose (*Rosa hybrida*) in greenhouse[J]. *Agricultural Water Management*, 2024, 296: 108795.
- [2] 戴剑锋, 李 军, 李 钦, 等. LED补光对温室切花玫瑰生长发育、产量和品质的影响[J]. *农业工程技术*, 2022, 42(13): 12-17.
- [3] 赵敏志. 不同叶面肥对切花月季的品质影响及作用机理[D]. 昆明: 云南农业大学, 2023.
- [4] YAQUBY A M, AHMADI B A, ASHKAR S B. Effects of plant growth regulators on quality, quantity and vase-life of rose flower (*Rosa hybrida* cv. Avalanche) [J]. *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, 2022, 4(3): 206-212.
- [5] WULF F, PODHORNA J, RYBAK M, et al. Studies on the potential of the basic substance chitosan in managing *Podosphaera pannosa* on cutting roses and *Erysiphe polygoni* French hydrangea [J]. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 2023, 130: 579-586.
- [6] SANTHOSHA K M, PATIL G I, YADAVA C G, et al. Resources use efficiency of cut roses farming in Karnataka, India [J]. *Journal of Experimental Agriculture International*, 2024, 46(6): 707-714.
- [7] 刘文静. 基于网络预售条件下鲜切玫瑰花供应链定价的研究[D]. 昆明: 云南师范大学, 2023.
- [8] 李建承, 王奉军, 柴宗越, 等. 兰州新区土壤盐碱化治理与生态保护机制研究[J]. *农村经济与科技*, 2022, 33(12): 13-15.
- [9] 徐 英, 黄凯美. 基于主成分分析的山东省粮食生产影响因素[J]. *青岛农业大学学报(自然科学版)*, 2021, 38(2): 153-156.
- [10] 武同华. 中国13个粮食主产区的比较优势及影响因素分析[D]. 南京: 南京财经大学, 2012.
- [11] 杨智琦. 基于主成分分析的粮食生产影响因素分析: 以山东农村地区为例[J]. *农村经济与科技*, 2023, 34(13): 34-37.
- [12] 冯 丽, 张 莉, 胡志峰. 光调控技术对番茄果实品质改善的研究进展[J]. *寒旱农业科学*, 2025, 4(5): 393-400.
- [13] 戴剑锋, 李 军, 李 钦, 等. LED补光对温室切花玫瑰生长发育、产量和品质的影响[J]. *农业工程技术*, 2022, 42(13): 12-17.
- [14] 王河泉. 温室切花玫瑰高产栽培技术[J]. *河南农业*, 2014(4): 14-15.
- [15] 吴朗平. 切花玫瑰栽培技术[J]. *云南农业*, 2019(1): 66-67.
- [16] 梁志奇, 高 博, 彭权权, 等. 不同氮处理对切花玫瑰生长和光合特性及产量的影响[J]. *寒旱农业科学*, 2024, 3(8): 740-746.

Analysis of Driving Factors for Cut Rose Yields in Smart Greenhouses Based on Principal Component Analysis

LI Jiancheng^{1,2}, WANG Lianquan^{1,2}, JIANG Longlong¹, BAI Junlong², TANG Xuexiang², GAO Bo¹, HU Shilin¹
(1. Lanzhou New Area Agricultural Science and Technology Development Co., Ltd., Lanzhou Gansu 730000, China; 2. Lanzhou New Area Agricultural Investment Silk Road Horticulture Technology Co., Ltd., Lanzhou Gansu 730000, China)

Abstract: To achieve high, stable yield and efficient production of cut rose in smart greenhouses, this study focused on the yield driving factors of cut rose production in smart greenhouses taking the Flower Industry Base of the Modern Agricultural Demonstration Park in Lanzhou New Area as an example. By employing Principal Component Analysis (PCA) method, production data from July 2021 to June 2024 were systematically analyzed. Results showed that factors such as indoor average light intensity, indoor average temperature, and cumulative OR-water irrigation volume had a decisive impact on rose yield and quality. Factors including total production costs, staffing, indoor average carbon dioxide concentration, and cumulative fertilizer application rates indirectly promoted yield improvement by optimizing production efficiency, environmental stability, and nutrient supply. As a market influence factor, sales unit price also had an important influence on yield. The results of PCA indicated that the cumulative variance contribution rate of the 4 extracted principal components reached 85.461%. Among them, indoor average light intensity, indoor average temperature, and cumulative OR-water irrigation volume played dominant roles in the first principal component, while factors such as total production costs and staffing had significant effects in the second principal component, and sales unit price played a decisive role in the third principal component. Based on these findings, recommendations were proposed, including scientifically regulating environmental factors, optimizing indirect management measures, formulating reasonable market strategies, and strengthening data-driven decision-making, so as to provide theoretical support and practical guidance for the cultivation and management of cut roses in smart greenhouses.

Key words: Smart Greenhouse; Cut rose; Principal Component Analysis; Driving factor

公益广告

农业是国民经济的基础，强国必先
强农，农强方能国强。在农业领域培育
发展新质生产力，既是推动农业现代
化、实现乡村全面振兴的关键举措，也
是建设农业强国的必经之路。