 DOI: https://doi.org/10.12349/rwae.v7i2.10893

Effects of Different Cultivation densities on Tobacco Agronomic Traits, Photosynthetic Characteristics, and Yield-Quality Performance

Jian Zhang

Zhucheng Branch, Weifang Tobacco Company Limited, Weifang, Shandong, 262200, China

Abstract

Cultivation density serves as a critical regulatory factor in tobacco production management, directly influencing population structure, individual plant growth, light energy utilization, and the balance between yield and quality. Optimal density enhances field ventilation and light penetration, promotes balanced interplant growth, and ensures coordinated development of leaf number, leaf area, plant height, and stem circumference. It also facilitates net photosynthetic rate, chlorophyll accumulation, and dry matter transport, improving both leaf appearance and chemical composition balance. While low density favors individual plant development, it limits light and heat utilization per unit area, thereby restricting yield. Conversely, excessive density leads to canopy closure, premature leaf senescence in lower leaves, and increased disease incidence, compromising maturity consistency and industrial suitability. This study analyzes the mechanisms by which different cultivation densities affect tobacco agronomic traits, photosynthetic characteristics, and yield-quality profiles, and proposes optimization strategies based on practical field experience to guide high-quality and productive tobacco cultivation.

Keywords

tobacco; cultivation density; agronomic traits; photosynthetic characteristics; yield and quality

不同栽培密度对烟草农艺性状、光合特性及产质的影响

张健

山东潍坊烟草有限公司诸城分公司，中国 · 山东 潍坊 262200

摘　要

栽培密度是烟草生产管理中的关键调控因素，直接影响群体结构、个体生长、光能利用及烟叶产量与品质协调。合理密度可改善田间通风透光条件，促进株间生长平衡，使叶片数、叶面积、株高、茎围等性状协调发展，同时有利于净光合速率、叶绿素积累及干物质转运，提升烟叶外观和化学成分均衡。密度过低虽利于单株发育，但群体光热利用不足，单位面积产量受限；密度过高易致群体郁闭、下部叶片早衰及病害增加，影响成熟一致性与工业可用性。本文分析不同栽培密度对烟草农艺性状、光合特性及产量品质的作用机理，并结合生产实践探讨优化路径，为优质适产烟草栽培提供参考。

关键词

烟草；栽培密度；农艺性状；光合特性；产量品质

1 引言

烟草作为重要经济作物，其生产不仅追求生物量，更强调烟叶数量、外观与内在成分的协调。在栽培过程中，密度是影响群体结构与个体发育的关键因素，连接栽培技术与产质形成。合理密植可提高土地资源利用效率，增强光能截获与干物质积累，同时维持叶片形态和成熟进程的协调。密度失衡则破坏个体与群体的动态平衡，导致株型异常、叶片发育受限、光合效率下降及化学成分失调。随着烟叶质量要求提升，单靠经验确定密度已难满足现代精细化栽培需求。分析不同密度下烟草农艺性状、光合特性及产质变化，有助于理解群体调控生理基础，并为优化种植模式、提升烟叶综合效益提供理论支撑。

【作者简介】张健（1987–），男，中国山东潍坊人，本科，助理农艺师，从事农业研究。

2 栽培密度对烟草农艺性状的影响

2.1 对烟株个体形态建成的调节作用

烟株个体形态与田间空间分布密切相关。密度较低时，植株光照、水分和养分充足，生长势强，茎秆粗壮、叶片宽大、叶肉厚实，节间舒展，单株鲜重与干重较高，有利于叶面积扩展和组织发育，但群体空间利用率偏低，田间封行较慢。若土壤肥力高，还可能导致营养生长偏旺、成熟推迟，影响后期烟叶品质[1]。密度逐步增加时，株间竞争增强，植株为争光表现出株高增加、叶片上举、茎围减小等适应性变化，

个体差异缩小，群体长势趋于一致，有利于管理和分次采收。密度过高则竞争过度，叶片伸展受限，烟株瘦高化，叶片偏薄，茎秆强度下降，存在倒伏风险，说明密度对个体形态存在明显阈值，超出适宜区间后优化效应受抑。

2.2 对叶片数量、叶面积及群体结构的影响

叶片数量与叶面积是烟叶产量和品质形成的关键因素。低密度条件下，单株叶数和单叶面积较大，叶片发育充分，光照分布均匀，但单位面积株数有限，群体总叶面积指数不一定理想，光热资源存在浪费[2]。中等密度可在单株与群体之间形成平衡，总叶面积指数提高，群体封行适宜，叶层分布层次分明，上中下部叶片协调，有利于优质适产。高密度虽单位面积叶片总量增加，但叶片重叠严重，下层长期弱光，功能叶面积比例下降，有效光合叶面积未必增加。叶片生产需兼顾数量与叶层结构，而非单纯增加株数实现增效。

2.3 对群体整齐度和田间抗逆性的影响

群体整齐度直接影响田间管理效率和成熟一致性，密度是关键因素。适宜密度下，烟株空间分布合理，生长势一致，田间郁闭适中，有利于施肥、培土、打顶、抹杈及分层采收，促进烟叶同步成熟，群体在受风、抗旱、抗倒伏及适应环境变化方面稳定性高。密度过高导致冠层通风差、湿度大，病害传播风险增加，尤其在雨量大或氮肥充足时，赤星病、黑胫病等易发[3]。密度过低虽通风透光良好，但群体缓冲能力弱，高温、干旱或风害影响直接，个体差异扩大。栽培密度不仅决定烟株形态，也影响群体抵御不良环境和生产稳定性。

3 不同栽培密度对烟草光合特性的影响

3.1 对群体受光环境和光能截获的影响

烟草群体光合生产能力依赖叶层对光照的有效截获与利用。低密度条件下，单株叶片光照充足，净光合潜力高，但单位面积群体光能截获有限，部分太阳辐射未能转化为有机物，地面裸露面积大，群体光能利用效率降低。适宜密度有助于形成合理冠层，上层叶承担主要截光功能，中层叶维持稳定光合，下层叶仍保留受光机会，总叶面积指数提升，光热资源利用增强。高密度栽培会导致叶层过厚、下层叶片受光不足，长期弱光环境使下部功能叶衰老加快，群体整体光合效率下降。密度通过调节叶层透光格局，直接影响光能截获和利用水平。

3.2 对叶片净光合速率及生理指标的影响

叶片光合特性以净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、叶绿素含量及胞间 CO_2 浓度反映。低密度时，叶片光照充足，气孔开放良好，叶绿素含量高，组织发育充分，单位面积同化能力强，为单株高生物量积累提供基础。适宜密度下，单叶瞬时净光合速率不一定最高，但单位面积功能叶数量增加，群体总同化能力上升。高密度导致遮阴加重，叶温调节与气体交换受限，部分叶片气孔导度下降，净光合速率降低，叶绿素降解加快，群体后期光合能力衰减明显。由此可见，低密度与高密度都不利于群体光合效能最大化，适宜密度有利于形成稳定持续的光合体系。

3.3 对干物质积累与分配的影响

干物质形成与分配是光合作用最终表现，直接影响烟叶品质。低密度时，单株同化产物丰富，叶片厚度和单株干物质产量高，但单位面积总干物质积累受限。适宜密度可在保证功能叶有效生长的同时提高群体总同化量，使干物质向中上部经济叶片集中，为优质烟叶形成创造条件。高密度初期生长快、封行早，但后期因遮阴和根际竞争加重，同化物积累与转运能力下降，干物质偏向维持株体伸长而非沉积于经济叶片，导致叶片组织薄、成熟不均、烘烤适应性差[4]。密度对干物质积累影响不仅在总量，还体现在积累平稳性与分配合理性。

4 不同栽培密度对烟草产量与品质的影响

4.1 对单位面积产量形成的影响

烟草单位面积产量由单株产量与群体株数共同决定，因此密度变化通常会引起明显的补偿效应。低密度栽培条件下，单株叶片较大、单株产量较高，但因单位面积株数较少，总产量提升幅度有限。适度增加密度后，虽然单株产量有所下降，但群体株数增加带来的补偿作用更明显，单位面积产量通常会呈现上升趋势。然而，这种增长并非无限延续。当密度超过适宜范围后，个体发育受限，单株有效叶数减少，叶片变薄，成熟不良与病害增加，使单株产量下降幅度扩大，最终导致群体产量达到峰值后出现回落。特别是在中低肥力地块或水分不足条件下，高密度更容易加剧资源竞争，形成“前期群体繁茂、后期叶片质量下降”的不良局面。因此，烟草高产并非简单依靠增加种植株数实现，而需要在个体潜力与群体承载之间寻求平衡。

4.2 对烟叶外观质量与成熟一致性的影响

烟叶外观质量主要包括叶片大小、厚度、色泽、油分、身份和成熟度等指标，这些指标都受到栽培密度的显著影响。低密度条件下，叶片通常较宽大、叶肉较厚，外观舒展，若后期成熟管理得当，能够形成一定的质量优势。但若单株生长过旺，也容易出现叶色偏深、组织粗厚、成熟推迟等情况[5]。中等密度下，烟株整齐度较高，叶片大小适中，成熟进程较一致，采收层次清晰，烘烤后更容易形成综合色泽较好、身份适中、油分较协调的商品烟叶。密度过高时，中下部叶片常因受光不足而发育不良，叶片薄、质地松散，成熟过程不同步，部分叶位还可能出现色泽偏淡、叶尖叶缘脆弱等表现。群体郁闭还会增加叶片含水波动和病斑发生概率，进一步影响外观档次。由此可见，烟叶外观质量的提升不仅依赖品种和烘烤技术，也与田间密度所塑造的群体环境密切相关。

4.3 对内在化学成分及工业可用性的影响

烟叶品质的核心在于内在化学成分协调，包括糖、碱、氮、钾以及芳香前体物质等指标的平衡状态。低密度栽培条

件下，单株营养供应充足，若成熟适宜，叶片中糖分积累和香气物质形成通常较有基础，但若营养生长过旺，也可能导致烟碱偏高、糖碱比失衡，影响刺激性和吃味协调性。适宜密度条件下，烟株个体与群体关系更为平衡，同化产物积累与氮素代谢较协调，更有利于形成还原糖适中、烟碱含量合理、钾含量相对稳定的内在品质结构。高密度条件下，因光合受限和成熟不足，叶片中可溶性糖积累常受抑制，而总氮与烟碱代谢可能出现偏差，容易形成糖分不足、刺激性偏强、香气质量下降等问题，从而影响工业可用性。说明烟叶质量并不是由单一成分决定，而是由多项指标在特定栽培环境下共同作用的结果，密度调控正是影响这种协调关系的重要手段。

5 烟草栽培密度优化的主要路径

5.1 结合生态条件与品种特性合理确定密度

烟草密度的配置应依据生态条件和品种特性因地制宜。不同地区温度、降水、光照及土壤肥力差异明显，统一密度标准难以满足高质量生产要求。土壤肥沃、降雨充足、烟株生长势强的区域，应适度控制密度，避免群体过度郁闭，降低病害风险并保持光照均匀。光照充足、土壤瘠薄或保水性差的区域，则可适当提高密度，以提升群体光能和养分利用效率。品种特性同样影响密度选择，株型开展、叶片宽大的品种宜相对稀植，以保证叶片舒展和光合效率；株型紧凑、耐密性强的品种可适度提高密度，实现单位面积产量提升。通过结合生态条件和品种特性制定密度策略，可以在保障烟株生长均衡的同时优化群体结构，为优质适产提供基础。

5.2 配套水肥与田间管理，发挥适宜密度优势

适宜密度的增产和提质作用依赖于水肥及田间管理的配合。高密度条件下，应合理控制氮肥用量，注重中后期钾素补充，避免前期徒长及叶片功能衰退，保障叶片健康与光合作用效率。低密度条件下，则需防止单株生长过旺，促进叶片适时落黄和成熟均衡，提高群体整体产质稳定性。田间管理措施包括适时中耕、清沟排水和通风优化，可减轻高密度下光热资源分布不均的负面影响。打顶、抹杈和病虫害防控与密度管理协同实施，可保持叶片功能叶比例和群体结构均衡，增强抗逆性和产质稳定性。通过系统整合密度与管理措施，才能充分发挥密度优势，实现单位面积烟叶产量与品质的同步提升。

5.3 由经验种植转向精细化群体调控

密度管理应从经验化操作向精细化群体调控转变，以实现个体与群体间的动态协调。单靠传统株行距模式套用密度难以适应不同生长条件和品种特性，需要结合烟株长势、叶面积指数、群体封行时间、冠层透光状况及成熟一致性等指标进行评估。通过对群体结构和功能叶状态的观测，可动态调整水肥供应和管理节奏，实现密度效应最大化。精细化管理不仅关注固定数值的密度，更强调在既定栽培空间下优化群体光合效率、叶片功能和抗逆能力。动态调控策略能够使个体生长潜力与群体光能利用及叶层分布保持平衡，从而提升烟叶产量和品质稳定性，体现现代烟草高质量栽培的科学内涵。

6 结语

不同栽培密度对烟草农艺性状、光合特性及产量品质具有显著影响。密度过低会使单株生长优势较强，但群体资源利用率不足；密度过高则易引起群体遮阴、光合效率下降、叶片早衰及品质劣化。适宜密度能够在个体发育与群体结构之间建立较优平衡，既有利于烟株形成协调的株型和叶层结构，也有利于提高光能利用效率、促进干物质积累与合理分配，最终实现烟叶产量和品质的同步提升。烟草生产实践表明，密度配置必须结合生态条件、品种特性及管理水平综合确定，不能脱离具体生产环境机械照搬。今后在烟草栽培中，仍需进一步强化密度与水肥、病虫防控、成熟采收等环节的协同调控，推动烟草种植由粗放管理向精细化、优质化方向持续发展。

参考文献

[1] 卢润泽.施氮和种植密度强化高积累烟草修复镉污染土壤效应研究[D].四川农业大学,2025.

[2] 谭荣雷.移栽时期和种植密度对雪茄烟生长发育和生理特性的影响[D].华中农业大学,2023.

[3] 谭荣雷.移栽时期和种植密度对雪茄烟生长发育和生理特性的影响[D].华中农业大学,2023.

[4] 李巧艳,齐绍武.不同种植密度对烤烟生长发育和经济性状的影响[J].安徽农业科学,2016,44(02):71-72.

[5] 孙学永,祖朝龙,高正良,等.高密度栽培对烟草青枯病抗性鉴定及株型性状的影响[J].中国烟草学报,2011,17(01):77-82.