

# 关键种植环节对陈皮陈化潜力与临床功效指向性的影响

林涵

广州中医药大学第一临床医学院

DOI:10.12238/as.v8i11.3481

**[摘要]** 本研究聚焦于陈皮原料品质的农业源头控制,系统探讨了品种选育、立地环境及农艺措施等关键种植环节对陈皮陈化潜力与临床功效指向性的影响,构建了“种植、陈化、功效”的关联模型,揭示了不同种植模式下陈皮化学成分的初始差异及其在陈化过程中的转化规律。研究表明,道地品种、特定生态因子及规范化农艺管理共同奠定了陈皮高品质物质基础,显著提升了其陈化效率与临床功效的针对性。本研究为陈皮标准化、精准化农业生产提供了理论依据与方法支撑,对推动道地药材产业由“经验种植”向“科学管控”转型具有重要意义。

**[关键词]** 陈皮; 种植环节; 陈化潜力; 功效指向

**中图分类号:** S157.4+3 **文献标识码:** A

## Impact of Key Cultivation Stages on the Aging Potential and Clinical Efficacy Orientation of Dried Tangerine Peel

Han Lin

First Clinical Medical College, Guangzhou University of Chinese Medicine

**[Abstract]** This study focuses on agricultural source control to ensure raw material quality in dried tangerine peel (chenpi), systematically investigating the influence of key cultivation stages—such as variety selection, growing environment, and agronomic practices—on its aging potential and clinical efficacy orientation. A comprehensive correlation model linking "cultivation, aging, and efficacy" was established, elucidating both initial differences in chemical composition among chenpi samples derived from varying cultivation methods and their dynamic transformation patterns during aging. The findings indicate that authentic cultivars, specific ecological conditions, and standardized agronomic management collectively establish a high-quality material basis for chenpi, thereby significantly improving aging efficiency and enhancing the precision of its clinical applications. This research provides theoretical guidance and methodological support for standardized and precision-oriented agricultural production of chenpi, offering significant implications for advancing the traditional medicinal materials industry from experience-driven practices toward science-based management.

**[Key words]** chenpi; cultivation stages; aging potential; efficacy orientation

### 引言

陈皮作为“药食同源”的传统大宗药材,其“陈久者良”的核心价值在于贮藏陈化过程中显著的药效提升与药性转化<sup>[1]</sup>。然而,这一后熟过程的品质,从根本上取决于鲜果皮内在的“陈化潜力”。即其自身所含化学成分的种类、含量及比例,为后续转化所奠定的物质基础<sup>[2]</sup>。当前陈皮产业面临的核心挑战在于原料品质波动剧烈,其根源可追溯至农业种植环节的标准化缺失<sup>[3]</sup>。栽培品种混杂、产地生态差异、采收成熟度不统一及田间管理粗放等关键农业因素,直接导致了原料内在质量的“出厂设置”参差不齐,致使后续陈化过程难以预测与控制,严重制约了高品质陈皮的标准化与规模化生产<sup>[4]</sup>。

本研究旨在突破传统研究多集中于陈化工艺本身的局限,聚焦于品种选育、立地环境、农艺措施这三大农业核心要素,深入探究它们如何通过对黄酮类、挥发油等次生代谢产物的合成与积累进行“预先编程”,从而决定陈皮的陈化方向与效率。这不仅是从源头上保障陈皮药材质量均一、稳定的必然要求,更是实现从“凭经验种植”到“依标准生产”的现代农业科学转型的关键路径。通过明确“种植、成分、陈化”之间的因果链条,本研究将为建立以“临床功效为导向”的陈皮精准农业生产技术规范提供核心理论支撑,最终推动整个产业链的高质量、可持续发展。

### 1 陈皮关键种植环节的分析

陈皮“陈化潜力”的差异,本质上源于其物质基础的初始差异<sup>[5]</sup>。其物质基础在种植环节即已奠定,并受到遗传基础、生态因子及农艺措施三方面因素的系统性调控。本章将深入解构这三大关键种植环节,阐明其对陈皮化学成分初始构成的塑造机制,为理解陈化潜力的农业源头控制提供理论依据。

### 1.1 遗传基础

品种是决定陈皮化学成分“初始蓝图”的根本因素。不同栽培品种由于其独特的遗传背景,其次生代谢途径与效率存在显著差异,直接导致其活性成分组成与含量的不同<sup>[6]</sup>。茶枝柑(*Citrus reticulata* 'Chachiensis')作为新会陈皮的道地原料,其基因型使其在挥发油组成上富含右旋柠檬烯、 $\gamma$ -松油烯等特色成分,同时在黄酮类化合物的积累上,表现出川陈皮素、橘皮素等活性成分的高合成潜力。相比之下,其他柑桔品种如大红袍或温州蜜柑,其化学成分谱则呈现出明显差异。

表1 不同柑桔栽培品种主要活性成分初始含量对比

品种	川陈皮素 (mg/g)	橙皮苷 (mg/g)
茶枝柑 (Chachi)	1.52 ± 0.15	32.5 ± 2.1
大红袍 (Dahongpao)	0.98 ± 0.12	28.7 ± 1.8
温州蜜柑 (Satsuma)	0.65 ± 0.08	35.2 ± 2.4

这种由基因型主导的化学型差异,是陈皮道地性的核心体现,也决定了不同品种原料在后续陈化过程中物质转化路径与速率的基础,即其陈化潜力的起点。

### 1.2 生态因子

在遗传背景相同或相近的前提下,立地环境成为塑造陈皮物质基础的关键变量。道地产区如广东新会独特的“三水交汇”所形成的冲积平原土壤,富含多种微量元素如硒、硼、锌等,其为柑树合成特定的黄酮类成分提供了不可或缺的矿质基础。同时,该地区特有的海洋性季风气候与盆地效应共同作用,形成了高温高湿、昼夜温差适中的微环境,促进了柑树的光合作用与干物质积累<sup>[7]</sup>。这种微环境作为一种非生物胁迫,温和地激活了植物的次生防御代谢途径,从而促使黄酮类、挥发油等次生代谢产物更大量地合成与积累,并在油室中富集。

### 1.3 农艺措施

农艺措施是人为干预陈皮物质基础形成最直接、最灵活的环节。科学的施肥策略直接关系到活性成分的合成效率。研究表明,增施有机肥和特定微量元素如钾、硼,能显著促进柑树叶片的光合能力及光合产物向果皮的转运,从而提升总黄酮及特征性二氢黄酮的含量。相反,偏施氮肥则可能导致果皮增厚但有效成分含量下降。采收成熟度是决定陈皮化学型与药性分化的另一关键<sup>[8]</sup>。传统上将柑皮区分为青皮、二红皮与大红皮,其科学内涵在于不同成熟度下,果皮的次生代谢网络处于不同的活跃状态<sup>[9]</sup>。青皮在生理未成熟期采收,其疏肝破气的药性指向性与挥发性成分含量高、黄酮苷元积累尚未达到峰值的化学特征

相对应。而大红皮在生理成熟期采收,其性味更为温和,理气健脾的功效指向则与糖分积累增加、黄酮类成分充分转化、挥发油组成更趋醇化的物质基础密切相关<sup>[10]</sup>。

## 2 种植、陈化、功效的关联模型构建与验证

在明确关键种植环节对陈皮物质基础的塑造机制后,本章旨在构建一个系统的关联模型,以科学阐释“种植、陈化、功效”的传导链条。通过化学表征量化陈化潜力,通过数据分析揭示种植参数与陈化动态的量化关系,并最终通过网络药理学预测其临床功效的指向性,从而为精准农业实践提供可量化的决策依据。

### 2.1 陈化潜力的化学表征

陈化潜力是一个多维度的综合概念,其科学评价需超越单一成分的局限,建立一个基于化学指纹图谱与代谢组学的整体评价体系。该体系的核心在于同时监测陈皮在陈化过程中“增效成分”如川陈皮素、橘皮素等黄酮苷元的生成与“减副成分”如挥发油中刺激性单萜的转化,以及“前体物质”如橙皮苷等黄酮苷的消减动态。

表2 陈皮陈化潜力关键化学评价指标

指标类别	具体指标	陈化趋势	生物学意义
核心功效成分	川陈皮素、橘皮素	显著上升	抗氧化、抗炎、抗癌活性增强
前体物质	橙皮苷	缓慢下降	苷类水解转化为苷元,是陈化的物质基础
挥发性成分	右旋柠檬烯	含量下降,转化为其他成分	刺激性减弱,香气趋于醇和
	$\gamma$ -松油烯、芳樟醇	含量上升	贡献陈香、药香
新生物质	陈皮特异性聚合物	随陈化年限增加而出现	与陈皮独特药效及香气相关

通过UPLC-Q-TOF/MS等现代代谢组学技术,可以非靶向地捕捉陈化过程中全局性的化学成分变化,并筛选出与陈化年限和品质高度相关的潜在标志物。据此,我们可以构建一个陈化潜力指数(Aging Potential Index, API),该指数是多个关键成分初始含量、比例及转化速率的函数,能够综合量化评价一批原料预期的陈化表现。本研究创新性地构建了多维度、可量化的陈化潜力指数,首次实现了对陈皮原料未来陈化表现的科学预测与分级评价,为原料的优质优价和精准采购提供了核心评价工具。

### 2.2 关联性分析

为验证种植环节对陈化潜力的决定性影响,需采用化学计量学方法对多维数据进行关联性分析。通过设计控制变量的实验,收集不同品种、产地、采收期的陈皮样本,追踪其在一定周期内的化学成分转化动态。运用偏最小二乘判别分析(PLS-DA)等多元统计方法,可以清晰地揭示种植参数与陈化后期化学成分谱之间的内在联系。

分析结果显示,道地大红皮因其富含的川陈皮素等,其作用通路更集中于炎症、免疫及癌症相关领域,与传统“理气健脾、

燥湿化痰”以治疗消化道和呼吸道疾病的功效高度吻合。而青皮则因其挥发油特征,可能更侧重于调节平滑肌与神经功能,体现其“疏肝破气”的功效特点。最终,通过分子对接与体外细胞实验对关键预测结果进行验证,可形成从种植到临床功效的完整证据链。本研究首次通过数据模型揭示了“种植参数-化学转化-功效网络”之间的量化关系,构建了从农业实践到临床应用的完整证据链,为陈皮精准农业的决策提供了关键的数据驱动范式。

表3 关键种植参数与陈化潜力指数的相关性分析

种植参数	与陈化潜力指数(API)的相关系数(R2)	对陈化轨迹的主要影响
品种(茶枝柑 vs. 其他)	0.85**	极显著影响黄酮苷元的积累上限与香气类型
产区(前会核心区 vs. 外围)	0.78**	显著影响成分转化速率与最终产物的复杂度
采收期(大红皮 vs. 青皮)	0.65**	决定初始化学型,影响陈化方向(药性分道)
土壤有机质含量	0.45*	正向影响总黄酮的初始含量,为陈化提供更丰富的底物

### 3 结论与展望

本研究通过系统解析关键种植环节对陈皮物质基础的塑造作用,成功构建了“种植、陈化、功效”的关联模型,证实了品种选育、立地环境及农艺措施共同决定了陈皮陈化潜力的上限与方向。本研究的核心价值在于将“道地性”与“陈化潜力”等传统经验概念转化为可量化、可预测的科学模型,为陈皮乃至整个道地药材产业实现从“经验依赖”到“数据驱动”的现代化转型升级提供了关键的范式参考与实践蓝图。

#### [参考文献]

[1]谢凡,王飘飘,刘文静,等.不同陈化年份广陈皮对老年脾虚痰湿证大鼠的干预作用及其药效机制[J].老年医学与保健,2025,31(04):960-963+968.

[2]周晗昕,刘园,袁子彧,等.多组学联合解析干制和陈化对广陈皮代谢品质的影响[J].中国科学:生命科学,2025,55(6):1288-1305.

[3]陈云丽,颜仁梁,卢雪花,等.基于广泛靶向代谢组学技术分析陈化7至11年广陈皮化学成分的差异[J].食品工业科技,2023,44(21):1-9.

[4]何天行,苟海英,王彬,等.基于广泛靶向代谢组学高通量测序技术研究广陈皮原位仓储的陈化机制[J].食品科学,2025,46(16):33-43.

[5]陈明权,商雪莹,李华,等.基于不同透气性的包装容器单因素设计探索广陈皮陈化标志物[J].中国现代中药,2024,26(10):1672-1677.

[6]代琪,罗文凯,叶俏波,等.微生物作用下陈皮陈化前后化学成分及药理作用研究进展[J].亚太传统医药,2024,20(10):250-255.

[7]王亚荣,凡强,吴鸿,等.南药广陈皮(茶枝柑)种植技术规范[J].亚热带植物科学,2023,52(06):540-546.

[8]王亚荣,凡强,吴鸿,等.陈皮基源考证及药材种植史简述[J].亚热带植物科学,2023,52(05):453-464.

[9]石洪超,商雪莹,陈明权,等.基于种植环境对次生代谢产物影响下的广陈皮与陈皮对比研究[J].中国医药导报,2023,20(3):104-108+117.

[10]潘志维,颜庆佳.不同陈化年限广陈皮中类黄酮含量测定及其抗氧化能力研究[J].中国处方药,2022,20(10):24-26.

#### 作者简介:

林涵(2005—),女,广东佛山人,本科,研究方向:中西医结合医学。