

中药绿色供应链绿色生产力实现策略与机制研究

朱玉洁^{1,3}, 申俊龙^{2*}

1. 南京中医药大学附属南京中医院 GCP 办公室, 江苏 南京 210001

2. 南京中医药大学卫生经济管理学院, 江苏 南京 210023

3. 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心, 江苏 南京 210023

摘要: 中药产业创新必须摒弃传统发展模式, 厘清中药绿色供应链内涵, 识别绿色生产力提升点, 创新中药绿色供应链模式, 实现中药产业经济价值与环境价值的统一。在分析我国中药绿色供应链现状的基础上, 基于价值链构建中药绿色供应链模型, 同时利用层次分析法对中药绿色供应链的绿色生产力提升策略进行分析, 进而明确我国发展中药绿色供应链的实现策略与机制, 为我国中药绿色供应链创造与提升提供参考。

关键词: 中药资源; 绿色供应链; 层次分析法; 绿色生产力; 中药产业

中图分类号: R28 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2019)07-1515-08

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.07.002

Strategy and mechanism of green productivity realization in green supply chain of Chinese materia medica

ZHU Yu-jie^{1,3}, SHEN Jun-long²

1. GCP Office, Affiliated Nanjing Chinese Hospital, Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210001, China

2. School of Health Economy Management, Nanjing university of Traditional Chinese medicine, Nanjing 210023, China

3. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicine Resources Industrialization, Nanjing 210023, China

Abstract: The innovation of Chinese materia medica (CMM) industry must abandon the traditional development model, clarify the connotation of green value of CMM industry supply chain, identify the improvement point of green value, innovate CMM green supply chain model, and realize the unity of economic value and environmental value of CMM industry. On the basis of analyzing the current situation of CMM green supply chain, we constructed the green value flow model of the CMM supply chain, meanwhile, analyzed the green value strategy by using the analytic hierarchy method to improve the green value strategy of the CMM supply chain, and then identified the strategy and mechanism to develop the green productivity of the CMM industry, and provided a reference for the green value creation and promotion of the CMM supply chain.

Key words: Chinese materia medica resource; green supply chain; analytic hierarchy process; green productivity; Chinese materia medica industry

建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。中医药作为我国独特且重要的生态资源, 必须大力推进产业绿色发展, 加快建立绿色生产和消费的法律制度和政策导向, 建立健全绿色低碳循环发展的经济体系。近年来, 中药产业的战略地位日益凸显, 中药产业流通体系是中药产业的重要环节。国务院关于推进供应链创新和应用已有明确部署, 以供给侧改革为主线, 完善产业供应链体系, 高效

整合区域各种资源要素, 提高企业、产业和区域的协同发展能力。

近 30 多年, 我国中药产业经济发展取得了举世瞩目的成就, 但绿色生产力水平的滞后致使各类安全事件和环境风险事件时有发生。中药产业创新必须摒弃传统发展模式, 厘清中药产业绿色供应链内涵, 识别绿色生产力提升点, 创新中药绿色供应链模式, 实现中药产业经济价值与环境价值的统一。

收稿日期: 2018-10-11

基金项目: 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心; 中药资源循环经济学理论创建与中药资源循环经济发展案例分析基金课题 (ZDXM-3-1)

作者简介: 朱玉洁 (1987—), 女, 江苏镇江人, 助理研究员, 博士在读, 研究方向为卫生经济管理。Tel: 15050558787 E-mail: zhuyujie820@163.com

*通信作者 申俊龙 (1952—), 男, 江苏泰州人, 教授, 研究方向为卫生经济管理。Tel: 13813867778 E-mail: JIshen2005@126.com

1 中药产业供应链的内涵

1.1 中药产业供应链

广义的中药既包含未经炮制的中药材,也包括炮制后的中药饮片,还包括将中药材按规定的处方和制剂工艺加工而成的中成药。中药复杂的生产资料来源及广泛的供应途径使得中药产业供应链不仅区别于普通农产品的流通途径,也与化学药品的供应特点有所区别。

中药产业供应链包含前段中药材供应链和后段中药供应链 2 部分。前段供应链中,以中药材种植为核心,中药材按照农产品管理;后段供应链中,以中药饮片和中成药生产为核心,按照药品管理。前段中药材是后段中药饮片和中成药的生产资料。中药产业供应链是将实现中药材和中药饮片、中成药产品价值的混合产业链条上的利益方链接在一起的复杂分支状网状体系。

1.2 中药绿色供应链

绿色供应链研究源于 1995 年之后,当时工业技术相对成熟,经济稳步发展,因而经济发展与环境污染的矛盾日益突出。1996 年,美国国家科学基金首次提出了绿色供应链的概念,是一种在整个供应链中综合考虑环境影响和资源效率的现代管理模式,它以绿色制造理论和供应链管理技术为基础,涉及供应商、生产厂、销售商和用户,其目的是使得产品从物料获取、加工、包装、仓储、运输、使用到报废处理的整个过程中,对环境的影响(负作用)最小,资源效率最高^[1]。

中药产品的药用属性即安全性、有效性和福利性^[2]等特殊性质决定了其供应链绿色价值对本体产品和外部环境均产生重要影响。一方面,中药产业供应链具有更复杂的相关利益方,供应链的绿色决策不仅影响上下游企业和用户,其关联方也深受影响^[3]。前段供应链条中的中药材饮片企业的绿色生产力水平不仅影响中药材市场的经济价值和环境价值,也担负后段供应链中的产业资源的绿色价值。另一方面,我国现有中药资源的植物资源中种植资源和生态资源均受到环境作用的极大影响,中药饮片和中成药的安全性、与中药产业供应链中上游段的绿色质量风险息息相关;而中药产业供应链对环境的作用又反过来影响着中药资源的生长环境。可持续发展战略将生态环境与经济发展视为人类社会存在的两大基石,两者缺一不可。而实施绿色供应链管理,挖掘供应链绿色生产力正是中药产业将“环

境意识”与“经济发展”两者并重的可持续发展的一种有效途径。

1.3 中药绿色供应链研究现状

通过文献整理发现国内外关于中药绿色供应链的研究较少。国外绿色闭环供应链模式受到诸多学者的关注。绿色闭环供应链模式是从产品的全生命周期出发,通过回收再制造等业务流程创造出新的价值,这不仅有助于企业的可持续发展,也是实现循环经济的重要体现。绿色闭环供应链模式的内在驱动因素为经济收益,外在驱动因素为政府管制,二者相互结合共同作用。国内外学者通过博弈分析^[4]、动态仿真模型分析^[5-6]以及斯坦伯克博弈分析^[7]等方法探究政府政策与企业绿色决策的关系,说明政府实施补贴引导机制是企业实施绿色供应链管理的重要保障^[8]。

国内学术界对中药供应链的研究主要关注供应链构建策略与模式研究。赵兴强等^[9]在关于中药生产企业在供应链框架中的采购管理研究中提出中药生产企业由库存采购到订单采购的模式转变,建立了多供应商采购的供应链模型。王苹等^[10]将制度嵌入理论纳入中药供应链研究中,从技术和应用 2 个角度对中药流通市场的需求做了分析,提供中药供应链模式新的研究思路。这些研究虽然从不同角度对中药供应链管理提出了设想,但研究视角立足于供应链的某个节点或制度设计面,没有涉及供应链全产业链解决中药供应链的绿色问题和可持续发展的问题。

近两年,一些学者从中药药品质量和安全性方面考虑供应链管理的作用。彭翔等^[11]提出中药饮片供应链质量激励与约束机制。杨浩雄等^[12]从供应链视角,利用混合策略静态博弈模型对中药产品安全性进行分析,得出提高中药产品安全性的政策建议。周素伟等^[13]对亳州中药材供应链管理中存在的问题进行了对策分析。少数研究从经济学角度探讨供应链在中药市场的作用。王富喜^[14]从成本经济学角度探讨了中药饮片的交易成本。马英杰等^[15]以安国市为实例,基于农业供应链金融视角设计了中药产业供应链的 3 种金融发展模式。在互联网+绿色物流领域,郭跃等^[16]提出,从绿色生态系统出发,以电商功能为起点,融合物流系统,构建了电商物流生态体系。但目前在中药领域还没有相关实践研究。

总体上,现有研究从供应链管理和中药药品质量方面已有部分研究成果,但缺乏从供应链绿色生产力视角研究的产业绿色价值视阈。

2 中药产业供应链绿色生产力提升策略识别

2.1 基于价值链的中药绿色供应链模型

中药材是生产中药饮片和中成药的原料，是中药产业发展的基础。中药饮片和中成药生产是中药产业的核心。中药产业规模化、集约化发展明显，企业竞争方式转向供应链和价值链竞争。价值链理论的基本观点是，在一个企业众多的“价值活动”中，并不是每一个环节都创造价值。企业所创造的价值实际上来自企业价值链上的某些特定的价值活动；这些真正创造价值的经营活动就是企业价值链

的“战略环节”。基于价值链的观点，通过确定供应链中的“价值活动”来确定供应链的绿色生产力开发重点，构建中药产业绿色供应链模型。前段供应链中，中药材种植阶段的种子播种、培育与采收过程是能量转换、价值提升的重要步骤，成为绿色生产力提升的关键点之一。而在后段供应链中，中药饮片和中成药的生产环节无疑是整个供应链生产力提升的核心模块，中药饮片的炮制过程与中成药的制剂过程是发展绿色供应链应着重探究的价值点。具体内容见图 1。

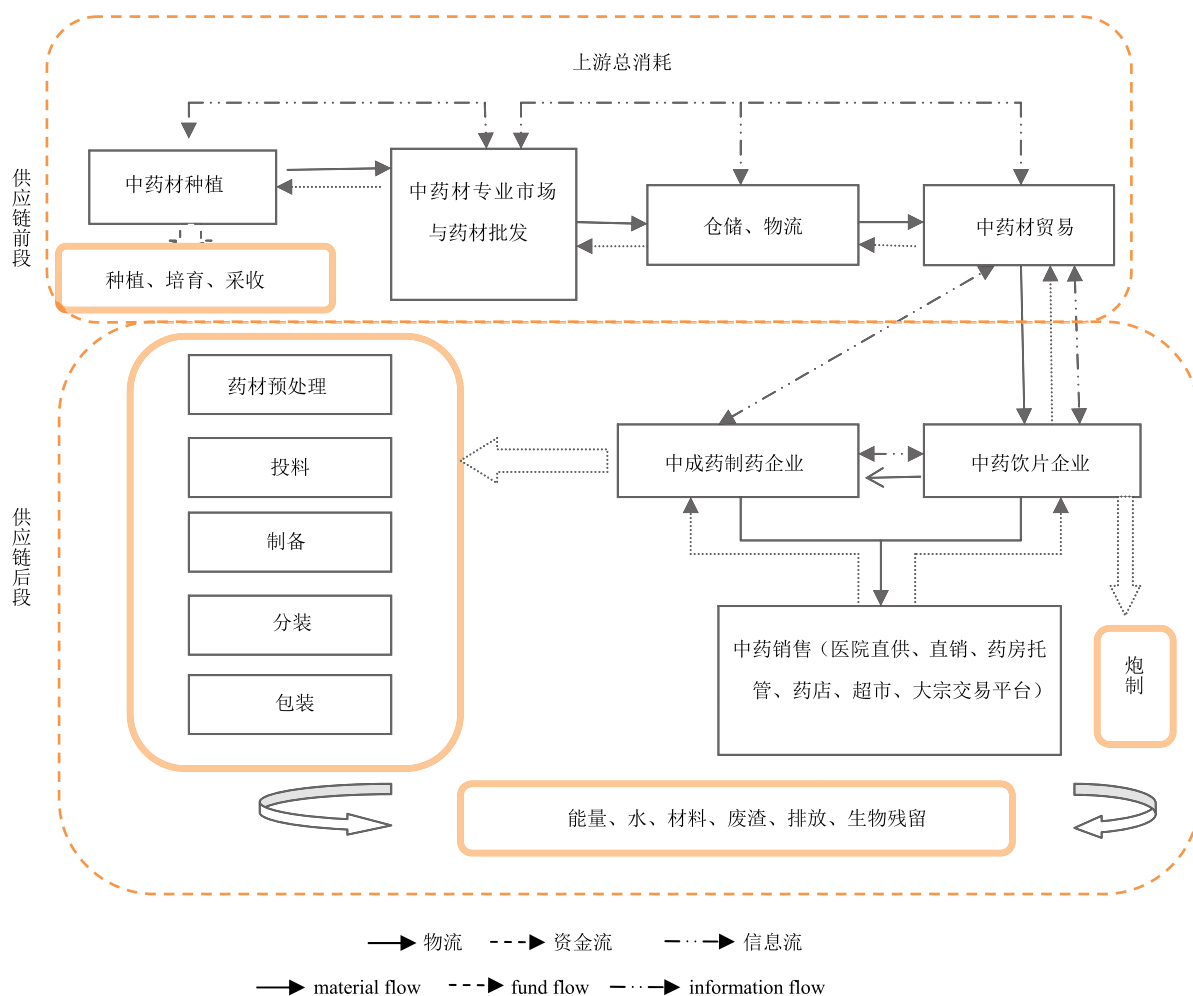


图 1 基于价值链的中药绿色供应链模型

Fig. 1 Green supply chain model of CMM based on value chain

2.2 层次分析法的应用

本研究应用层次分析法分析中药绿色供应链的绿色生产力提升策略。首先，供应链绿色生产力提升策略层次分为目标层（A/W）、准则层（B/X）、指标层（C/Y）3 个层次。根据可持续发展理论以及绿色发展理论，绿色供应链管理的宗旨是经济利益和绿色利益即环境利益双丰收，以

致达到社会的可持续发展，建立准则层 B1~B3 及 X1、X2。指标层是根据中药产业供应链价值点，经过专家访谈对应得出，前段供应链形成 C1~C4，后段供应链形成 Y1~Y4。前段供应链的指标层中：（1）使用绿色肥料代替化学肥料（C1），种植根类药材，对土壤肥力要求大，消耗大，长期使用化学肥料会导致土壤板结，需要用有机肥

改良土壤，如湖北贝母、大黄、川牛膝、桔梗等。
(2) 用有机农药代替化学农药 (C2)，在实际生产过程中，农户首选会选择农家肥 (有机肥)，但在追求产量的现实需求下，农户通常选择使用化学肥料。
(3) 废弃物再利用 (C3)，中药种植过程，因为不是所有植物都是全草入药，除了药用部位，其他都是废弃物。如独活只要根，地上部分就丢弃成废弃物。
(4) 选择性种植高产量污染少的原药材 (C4)，即使是道地产区，连年规模化种植单一品种的药材也会出现品种退化、病虫害严重的

问题，需要计划性轮作，如天麻。后段供应链以中药材和中成药生产过程为核心，指标层具体内容包括：(1) 生产过程最优化 (Y1)，通过生产过程优化，减少废弃物或降低能源消耗等；(2) 中药材质量控制 (Y2)，控制原材料的质量；(3) 废弃物再利用 (Y3)，考虑生产过程中的废弃物循环利用；(4) 原材料替换 (Y4)，考虑除中药材之外的原材料有无使用绿色原料的可能。

中药产业前段供应链绿色生产力提升策略层次见图 2，中成药供应链绿色生产力提升策略层次见图 3。

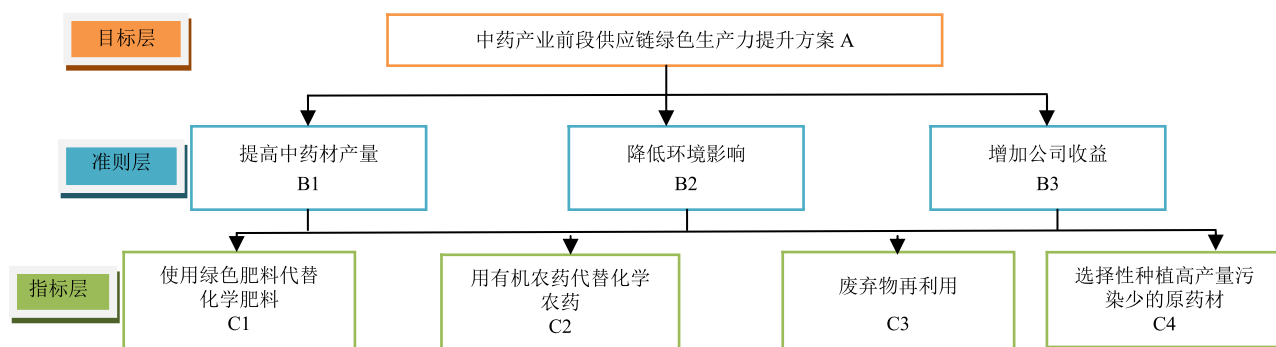


图 2 中药材供应链绿色生产力提升策略层次

Fig. 2 Strategic levels of green value promotion in supply chain of traditional Chinese medicinal materials (TCMM)

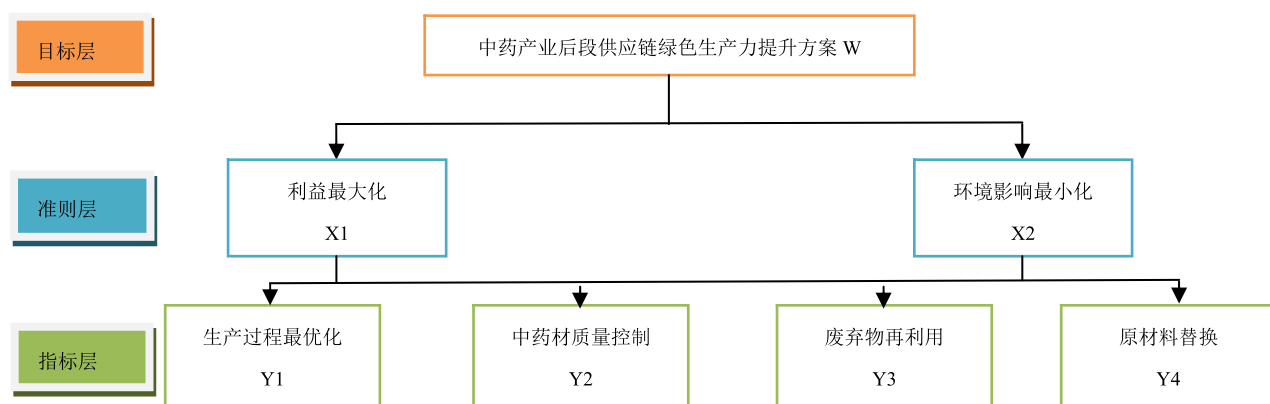


图 3 中成药供应链绿色生产力提升策略层次

Fig. 3 Strategic levels of green value promotion in supply chain of Chinese patent medicine

2.3 提升策略权重计算

同层次两两评价指标 (i, j) 重要程度比较的过程中，本模型引入“1-9 标度法”^[17]对两两评价指标的重要程度进行标度，构造同层评价指标的判断矩阵，两两指标比较时相对重要度的标度含义见表 1。本模型在评价指标的实际赋值过程中，以通过对 3 位企业管理者 (1 位中药饮片企业管理者，2

位中成药生产企业管理者，均已有 15 年从业经验) 和 4 位产业研究专家 (2 位学者为中药产业经济方向，2 为学者为中药资源方向，4 位学者均具有教授职称) 问卷调查的方式得到各个指标的权重赋值，最后取 7 位专家赋值的平均整数为最终赋值，以最大程度的确保两两比较赋值的准确性，最终构建一个客观的、合理的提升策略体系。

在判断矩阵的实际构造过程中, 由于评价对象的复杂性及评价者思维的差异性, 各评价指标的排序可能会出现错误或混乱, 因此对判断矩阵进行一

表 1 层次分析法相对重要性赋值

Table 1 Relative importance assignment of analytic hierarchy process

重要性量化值	含义
1	i 和 j 同样重要
3	i 比 j 稍微重要
5	i 比 j 重要
7	i 比 j 十分重要
9	i 比 j 绝对重要
2、4、6、8	i 比 j 的重要程度介于重要性之间
倒数	当 i 与 j 相比时, $A_{ij}=1/A_{ji}$, $A_{ii}=A_{jj}=1$

致性检验。引入一致性评价指标 (consistence index, CI) 评价矩阵 A 和矩阵 W 的一致性是否满足 $CI=(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$; 其中, $\lambda_{\max}$ 为判断矩阵 W 的最大特征值, $\lambda_{\max}$ 越大, CI 越大, W 的不一致性就越严重。由于不同标度的随机一致性指标 (random consistency index, RI) 是不同的, 为了更准确地表达判断矩阵的一致性, 设计引入评价一致性比例 (consistence ratio, CR, $CR=CI/RI$) 指标, 当 $CR<0.1$ 时, 认为该层次矩阵计算结果的一致性令人满意。

利用方根法^[18]近似求解 A 矩阵和 W 矩阵的特征向量和最大特征值, 通过一致性检验后, 求得各层次的指标的权重集。结果见表 2~9。

表 2 准则层对目标层的判断矩阵及单排序次序

Table 2 Judgment matrix and single sort order of criterion layer on target layer

A	B1	B2	B3	权重 (W_i)	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR	一致性
B1	1.000 0	0.200 0	0.333 3	0.104 7					
B2	5.000 0	1.000 0	3.000 0	0.637 0	3.038 5	0.019 2	0.580 0	0.033 1	满意
B3	3.000 0	0.333 3	1.000 0	0.258 3					

表 3 方案层对提高中药材产量 (B1) 的判断矩阵及单排序次序

Table 3 Judgment matrix and single sort order of scheme layer on improving production of TCM (B1)

B1	C1	C2	C3	C4	W_i	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR	一致性
C1	1	0.500 0	3.000 0	0.333 3	0.168 0					
C2	2	1.000 0	3.000 3	0.333 3	0.237 5	4.104 1	0.034 7	0.900 0	0.038 6	满意
C3	0.333 3	0.333 3	1.000 0	0.200 0	0.077 1					
C4	3.000 0	3.000 0	5.000 0	1.000 0	0.517 4					

表 4 方案层对减少环境污染 (B2) 的判断矩阵及单排序次序

Table 4 Judgment matrix and single sort order of scheme layer on reducing environmental pollution (B2)

B2	C1	C2	C3	C4	W_i	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR	一致性
C1	1	0.500 0	0.200 0	0.500 0	0.090 0					
C2	2	1.000 0	0.200 0	0.250 0	0.107 0	4.204 1	0.068 0	0.900 0	0.075 6	满意
C3	5	5.000 0	1.000 0	3.000 0	0.559 9					
C4	2	4.000 0	0.333 3	1.000 0	0.243 1					

表 5 方案层对增加公司收益 (B3) 的判断矩阵及单排序次序

Table 5 Judgment matrix and single sort order of scheme layer on increasing corporate income (B3)

B3	C1	C2	C3	C4	W_i	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR	一致性
C1	1.000 0	0.500 0	0.200 0	0.333 3	0.080 8					
C2	2.000 0	1.000 0	0.200 0	0.333 3	0.114 2	4.104 1	0.034 7	0.900 0	0.038 6	满意
C3	5.000 0	5.000 0	1.000 0	3.000 0	0.556 3					
C4	3.000 0	3.000 0	0.333 3	1.000 0	0.248 8					

表 6 A 矩阵总排序
Table 6 Total order of A matrix

A	B1 $W_i=0.104\ 7$	B2 $W_i=0.637\ 0$	B3 $W_i=0.258\ 3$	权重
C1	0.168 0	0.090 0	0.080 8	0.095 8
C2	0.237 5	0.107 0	0.114 2	0.122 5
C3	0.077 1	0.559 9	0.556 3	0.508 4
C4	0.514 7	0.243 1	0.248 8	0.273 0

表 7 方案层对收益最大化 (X1) 的判断矩阵及单排序次序

Table 7 Judgment matrix and single sort order of scheme layer on maximizing revenue (X1)

X1	Y1	Y2	Y3	Y4	W_i	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR	一致性
Y1	1.000 0	0.500 0	0.200 0	0.333 3	0.080 8					
Y2	2.000 0	1.000 0	0.200 0	0.333 3	0.114 2	4.104 1	0.034 7	0.900 0	0.038 6	满意
Y3	5.000 0	5.000 0	1.000 0	3.000 0	0.556 3					
Y4	3.000 0	3.000 0	0.333 3	1.000 0	0.248 8					

表 8 方案层对环境影响最小化 (X2) 的判断矩阵及单排序次序

Table 8 Judgment matrix and single sort order of scheme layer on minimizing environmental impact (X2)

X2	Y1	Y2	Y3	Y4	W_i	$\lambda_{\max}$	CI	RI	CR	一致性
Y1	1.000 0	0.500 0	0.333 3	2.000 0	0.153 0					
Y2	2.000 0	1.000 0	0.333 3	3.000 0	0.239 5	4.059 2	0.019 7	0.900 0	0.021 9	满意
Y3	3.000 0	3.000 0	1.000 0	5.000 0	0.521 5					
Y4	0.500 0	0.333 3	0.200 0	1.000 0	0.086 0					

表 9 W 矩阵总排序
Table 9 Total order of W matrix

W	X1 $W_i=0.500\ 0$	X2 $W_i=0.500\ 0$	权重
Y1	0.153 0	0.080 8	0.116 9
Y2	0.239 5	0.114 2	0.176 9
Y3	0.521 5	0.556 3	0.538 9
Y4	0.086 0	0.248 8	0.167 5

中成药产业绿色生产力提升方案矩阵排序结果：方案层 Y3 (0.538 9) > Y2 (0.176 8) > Y4 (0.167 4) > Y1 (0.116 9)，即在实际条件约束下方方案废弃物再利用 (Y3) 同样是最优选方案，控制中药材质量 (Y2) 是第 2 可被选择的方案，再次是 Y 原材料替代 (Y4)，最后是生产过程优化 (Y1)。

3 讨论

3.1 中药产业供应链绿色生产力实现策略

根据以上权重计算结果发现，中药材供应链和中成药供应链的绿色生产力实现的最优策略均为废弃物再利用。目前，中药资源的原料生产、加工、

中药材产业绿色生产力提升方案矩阵排序结果：方案层 C3 (0.508 4) > C4 (0.273 0) > C2 (0.122 5) > C1 (0.095 8)，即在实际条件约束下废弃物再利用 (C3) 是被选择方案中的可最优先被选择的提升产业绿色生产力的方案，其次是选择道地药材或产量高污染少的药材品种 (C4)、用有机农药代替化学农药 (C2)、用绿色肥料代替化学农药 (C1)。

产业化制造过程不可避免地产生大量废弃物。据不完全统计，我国每年产生的中药废渣、废水等排放量达 3 000 万吨以上，其中约 5% 被低值化粗放利用外，大部分中药废弃物通过填埋、焚烧、排放等方式以土壤、水、大气为媒介进入人类生产生活中。提升中药绿色供应链绿色生产力要求同时实现产业经济价值和环境价值，中药资源产业化过程中产生的废弃物的资源化利用成为中药供应链绿色生产力实现与提升的关键措施。

基于中药特殊的商品特性，中药产业供应链前段中使用绿色肥料、有机肥料保证了后段供应链中中药饮片和中成药原材料的安全性，即实现中药供应链中本体产品的绿色价值；选择道地药材保证了中药材和中成药的有效性；废弃物再利用是完成绿色闭环供应链实现废弃物资源化。而产业以环境为导向的供应链决策可以引导行业的可持续发展，绿色供应链的决策不可避免地带来对产业的经济影响。在价值链情境下，中药绿色供应链中的环境问题及其带来的经济影响需达到一致最优，平衡博弈过程中需优选最佳策略或叠加多种策略。

3.2 中药产业供应链绿色生产力实现机制

3.2.1 完善环境资源绿色产权制度 中药资源是我国具有原创优势的生态资源。中药供应链中产生废弃物或副产物是经济主体(生产者或消费者)在自己的活动中对旁观者的福利产生了一种不利影响,这种不利影响带来的损失(或者说成本),都不是生产者或消费者本人所承担的,因此具有外部性。废弃物再利用这一措施的顺利落地需要政府健全法律法规建设和制度政策建设,制度手段和经济手段相结合。从具体的制度构成方面来看,基于环境容量与中药资源要素在生态功能发挥及实物形态上的差别以及开发利用的不同侧重,环境资源绿色产权制度是中药产业解决外部性问题的有效机制。中药资源是中药供应链的起点,但中药野生资源缺乏可持续发展机制,野生中药资源所有权、环境使用权今后应根据实践的不同需要,分别对其展开深入和细致的研究,并应逐步在相关立法中有所体现。

3.2.2 以中药饮片企业为中心构建生产者责任延伸制 绿色供应链的价值实现需要通过政府的政策机制和产业机制互补来实现。扩大生产者责任是目前发达国家普遍采用且行之有效的做法,其旨在降低产品对环境的影响,通过使产品制造者对产品的整个生命周期,特别是对产品的回收循环和最终处置负责来实现。从中药供应链实践看,中药饮片企业作为核心企业在供应链中处于承上启下的主导地位。以中药饮片企业为中心构建生产者责任延伸制目标就是提高两段供应链中生产者的生态效率,推动循环经济在生产者层面甚至整个社会层面上的顺利发展。而对中药饮片和中成药生产者来说更为直接、短期的目标就是要提高中药资源的使用率,减少中药资源的消费量,生产高质量绿色产品,尽量减轻其生产活动对于环境所造成的不利影响,从而实现供应链中的绿色价值。

3.2.3 对中药消费者实行绿色消费制度 我国现行的消费模式存在的问题主要表现为污染性消费严重、挥霍性消费盛行、野蛮性消费惊心和倾斜性消费失衡,是一种不可持续的消费模式。中药消费者包括中成药生产者、中药保健品生产者、医疗机构和个体消费者。推动我国供应链绿色发展的一个重要的环节就是中药消费领域树立并逐步形成绿色消费制度,在消费理念和产品选择上,鼓励消费者树立“绿色消费”的理念。绿色消费制度一方面可以由需求方督促供给方减少废弃物

的产生,降低对环境的危害;另一方面,绿色消费促进高质量产品最大限度地发挥中药药效,促进传承中医药科技价值和经济价值,助力中医药产业良性发展。

4 结语与展望

当前,节约资源、发展生态文明成为我国经济发展的首要价值目标。中药产业供应链作为中药产业发展的重要载体,其绿色价值的实现和提升面临严峻挑战。落实废弃物再利用、使用绿色有机化肥、选择道地药材等绿色策略还需从政府规制保障、企业责任意识和公众消费引导等多维度进行调控。未来,在互联网+、大数据、人工智能技术发展背景下,中药产业供应链的绿色价值实现必将在信息化、智能化、数字化、标准化的产业进程中推动中药产业的转型升级和中医药事业的快速发展。

参考文献

- [1] Handfield R B. Green supply chain: Best practices from the furniture industry [A] // Proceedings, Annual Meeting of the Decision Science Institute USA [C]. San Francisco: Annual Meeting of the Decision Science Institute USA, 1996.
- [2] 高明. 药事管理与法规 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2010.
- [3] 刘 峥. 困境与突破: 中药材供应链创新发展研究 [J]. 中草药, 2017, 48(19): 4126-4132.
- [4] 朱庆华, 窦一杰. 基于政府补贴分析的绿色供应链管理博弈模型 [J]. 管理科学学报, 2011, 14(6): 86-95.
- [5] Georgiadis P, Vlachos D. The effect of environmental parameters on product recovery [J]. *Eur J Operat Res*, 2004, 157(2): 287-313.
- [6] Sheu J B, Chou Y H, Hu C C. An integrated logistics operational model for green-supply chain management [J]. *Transp Res Part E: Logistics Transp Rev*, 2005, 41(4): 287-313.
- [7] Manzouri M, Rahman M N A. Adaptation of theories of supply chain management to the lean supply chain management [J]. *Int J Logistics Syst Manag*, 2013, 14(1): 38-54.
- [8] Dubey R, Gunasekaran A, Ali S S. Exploring the relationship between leadership, operational practices, institutional pressures and environmental performance: A framework for green supply chain [J]. *Int J Prod Econom*, 2015, 160(2): 120-132.
- [9] 赵兴强, 叶耀华. 中药生产企业供应链下原材料采购管理初探 [J]. 物流技术, 2005, 25(4): 70-72.
- [10] 王 苹, 尹曙光. 制度理论背景下中药行业企业供应

- 链运作探析 [J]. 中国管理信息化, 2012, 15(11): 50-52.
- [11] 彭翔, 申俊龙. 供应链视角下中药饮片市场质量管理探讨 [J]. 中国经贸导刊, 2015, 32(35): 21-23.
- [12] 杨浩雄, 魏彬, 车鑫, 等. 供应链视角下中药饮片质量安全控制博弈分析 [J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23(7): 11-16.
- [13] 周素伟, 江许胜. 基于中药安全的亳州中药材供应链管理: 问题与对策 [J]. 牡丹江大学学报, 2016, 25(4): 29-32.
- [14] 王富喜. 中药饮片供应链的交易成本经济学分析 [J]. 现代经济信息, 2013, 5(4): 245-247.
- [15] 马英杰, 吴淑梅. 安国市中药产业供应链金融发展模式研究——基于农业供应链金融视角 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017, 60(2): 50-52.
- [16] 郭跃, 张永新. 电商绿色物流生态体系评价模型研究 [J]. 经济问题, 2019, 14(2): 48-57.
- [17] 骆正清, 杨善林. 层次分析法中几种标度的比较 [J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(9): 51-60.
- [18] 丁克华, 王明刚. 求解一类矩阵特征向量的几种近似方法 [J]. 数学学习与研究: 教研版, 2009, 27(14): 81-83.