

基于模糊综合评价的生物资产审计风险研究 ——以A药企为例

刘一鸣, 雷良海

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年11月5日; 录用日期: 2024年12月12日; 发布日期: 2024年12月20日

摘要

生物资产因其不确定性和自然生物属性, 在审计过程中存在较高的风险控制难度。本文基于模糊综合评价法, 以A药企为案例, 构建了生物资产审计风险控制框架。通过建立市场波动、自然环境、管理控制等三级风险评价指标体系, 并结合熵权法对风险等级进行量化分析, 完成了A药企的综合风险评估。研究表明, 模糊综合评价法能够有效识别和量化生物资产的审计风险, 为企业的风险控制提供科学依据, 并对高风险行业的审计实践具有参考意义。

关键词

生物资产, 审计风险, 模糊综合评价法, 风险控制

Research on Biological Asset Audit Risk Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation —Taking Pharmaceutical Company A as an Example

Yiming Liu, Lianghai Lei

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Nov. 5th, 2024; accepted: Dec. 12th, 2024; published: Dec. 20th, 2024

Abstract

Due to their uncertainty and natural biological properties, biological assets have high risk control difficulties in the audit process. Based on the fuzzy comprehensive evaluation method, this paper takes Pharmaceutical Company A as an example to construct a biological asset audit risk control framework. By establishing a three-level risk evaluation indicator system including market fluctuations, natural environment, and management control, and combining the entropy weight method

to quantitatively analyze the risk level, the comprehensive risk assessment of Pharmaceutical Company A was completed. The study shows that the fuzzy comprehensive evaluation method can effectively identify and quantify the audit risk of biological assets, provide a scientific basis for the risk control of enterprises, and has reference significance for the audit practice of high-risk industries.

Keywords

Biological Assets, Audit Risk, Fuzzy Comprehensive Evaluation Method, Risk Control

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着生物资产在农业和生物医药领域中的重要性日益提升,生物资产审计的复杂性和不确定性也带来了较高的审计风险。近年来,政府持续加强对农业及生物产业的政策支持,如《农业生物技术产业发展规划》强调了农业生物技术对国家经济发展的推动作用。《“十四五”生物经济发展规划》(2022 年)更进一步提出要强化生物资产管理及其市场监管,以支持现代农业的高质量发展。政策提高了生物资产行业的重要性,同时也对审计的准确性和风险控制提出了更高要求。

生物资产因其生命周期不确定性、市场价格波动性和自然属性的特殊性,使得其审计风险较高[1]-[4]。Messier (2013)指出,严格的审计程序能显著提高审计的可靠性,尤其在识别重大错报风险时尤为重要[5]。余莉(2014)进一步指出,适当运用分析程序结合财务数据能有效提高对错报和造假数据的识别能力,这对生物资产这种高风险资产的审计尤为关键[6]。为了更准确地识别和控制生物资产的审计风险,学者们提出了基于模糊数学的风险评价方法[7]。

曲国华(2022)等人引入对偶犹豫模糊集,以有效应对复杂决策环境下的风险评估需求,提出了一种通过可信度和优先级设定的决策方法,尤其适用于生物资产的模糊信息处理[8]。栗赞余(2024)等人则进一步发展了该理论,提出基于对称交互熵的对偶犹豫模糊模型,以增强处理审计信息不完全情况下的决策效果,为生物资产风险的模糊信息处理提供了理论支持[9]。

综上,现有研究表明,生物资产的审计因其独特的不确定性和模糊性,要求在审计中采用适当的程序和模型,以提升风险识别与控制的有效性[10]。本文通过模糊综合评价法对 A 药企生物资产的审计风险进行系统性研究,旨在为高风险审计提供科学的决策支持。

2. 生物资产审计风险特性与挑战

2.1. 生物资产审计的特殊性

生物资产因其生命周期、市场波动和自然属性的不确定性,使审计过程面临诸多挑战。受气候和环境影响较大,生物资产的生长周期和产出难以预测,增加了资产估值的波动性。此外,市场需求和供给的不稳定性使生物资产价格易于波动,尤其在需求旺季或供应短缺时,价格剧烈变化会影响资产评估。最后,生物资产的易腐性和病虫害风险加大了存储和管理的难度,也对盘点和质量评估提出了更高要求。

2.2. 审计风险的表现形式

生物资产审计中的风险主要体现在重大错报风险和检查风险。重大错报风险源于市场价格波动和自

然损耗, 导致实际价值与账面价值出现偏差, 增加财务报表错报可能性。检查风险则因生物资产的数量和质量难以准确核实, 审计人员在盘点时难以确保数据的准确性。这些特性突显出生物资产审计中的高不确定性, 对审计人员的风险识别和控制能力提出了更高要求。

3. 模糊综合评价法的理论与方法

3.1. 模糊综合评价的基本理论

模糊综合评价法是模糊数学的典型应用之一, 通过将多因素评价问题中的模糊性信息进行量化, 以形成更科学、客观的综合评价结果。该方法在多准则、多属性决策领域具有广泛应用, 尤其适用于在不确定性条件下的风险评估和决策。

通常, 模糊评价法包含以下几个步骤:

- ① 构建评价指标体系: 根据评价目标构建多层次的指标体系, 将复杂的评价问题分解为可测量的多个因素。
- ② 确定隶属度: 对各指标的评价等级设置隶属度函数, 用以描述各指标在不同评价等级下的模糊性程度。
- ③ 计算综合评价值: 通过加权平均或加权求和的方式, 得到各个评价对象的最终评价值, 从而实现对复杂问题的系统化评价。

模糊综合评价法的核心在于将定性因素转化为定量指标, 使模糊信息通过数学模型实现精确计算, 特别适合信息不完全、标准难以统一的复杂情境。该方法兼顾定性与定量分析, 将专家评价量化, 提高评价的科学性, 适用于处理多维度、多准则的综合问题。生物资产因其生命周期波动、估值难度及市场需求变化, 在审计中面临较高的不确定性。因此, 模糊综合评价法在生物资产审计等高风险领域表现出应用优势, 通过建立符合生物资产特性的评价体系, 能有效识别并量化风险因素, 提升审计人员的风险识别能力, 为企业风险控制和量化决策提供科学依据。

3.2. 评价指标体系的构建

生物资产的审计风险具有高度的复杂性和不确定性, 为系统性评估生物资产审计风险因素, 本文参照相关领域研究成果, 在模糊综合评价法的基础上构建了适用于生物资产审计风险的多层次评价指标体系。

3.2.1. 一级指标: 风险识别、风险评估与风险应对

一级指标体系的设定基于生物资产风险控制的整体流程, 分为风险识别、风险评估和风险应对三个核心维度:

- ① 风险识别: 识别生物资产的特性所带来的各种潜在风险, 包括自然灾害、市场需求波动、政策环境变化等。
- ② 风险评估: 基于风险识别的内容, 对不同风险进行具体化的量化评估, 确定每项风险对生物资产整体价值的影响程度。
- ③ 风险应对: 提出针对不同风险的应对措施, 从而形成对生物资产审计风险的动态控制。

3.2.2. 二级指标: 市场波动性、自然环境风险、管理控制风险

在一级指标的基础上, 将审计风险进一步细化。首先, 在风险识别环节, 生物资产的估值易受到市场波动的影响, 需有效识别市场波动性所带来的不确定性。《企业会计准则第 5 号——生物资产》应用指南指出, 当市场价格波动显著时, 生物资产的估值稳定性就会受到影响^[11]。因此, 本文将市场波动性纳入风险识别的二级指标, 通过市场价格波动率等具体参数来量化市场风险, 从而确保在审计中合理捕

捉市场带来的不确定因素,提升估值的科学性与合理性。

在风险评估环节,根据《“十四五”生物经济发展规划》,气候条件、病虫害等自然因素对生物资产的生命周期和价值有显著影响,这些外部环境风险应在生物资产管理中予以关注。因此,在风险评估阶段,本文将自然环境风险作为二级指标,通过气候适应性和病虫害控制等细化参数,确保在审计过程中全面评估外部环境变化对生物资产的潜在影响[11][12]。

在风险应对方面,根据《农业生物技术产业发展规划》,应当提升企业对生物资产的管理效率需依赖信息化和现代化管理体系,以保障资产的质量与存储安全。因此,本文在风险应对阶段设立管理控制风险为二级指标,并从库存管理有效性等角度具体衡量企业的内部控制水平,以支持生物资产的科学化、系统化管理[11][13]。

3.2.3. 三级指标:市场价格波动与需求变化、气候适应性、病虫害控制、库存管理与内部控制有效性

三级指标具体反映了生物资产在审计中的具体风险参数,是模糊综合评价法中定量评价的基础。在市场波动性、自然环境风险、管理控制风险的二级指标框架下,本文选取了对应的三级指标:

① 市场价格波动与需求变化:如果市场价格波动频繁或需求出现显著变化,生物资产的估值便可能产生重大波动[11]。袁敏(2022)指出,生物资产的估值高度依赖价格的稳定性,波动率越高,估值的不确定性也越大[14]。需求变化频率则反映需求波动对预期收益和库存管理的影响,杨晟毅(2024)研究得到,生物资产的需求波动直接影响企业的预期收益和库存管理,尤其是在林木等领域,需求变化会显著影响生物资产的储备与价值[15]。通过这两个指标,审计人员可以在风险识别环节捕捉市场不稳定性带来的潜在风险。

② 气候适应性与病虫害控制:气候适应性衡量生物资产在不同气候条件下的稳定性,杨晟毅(2024)研究认为,气候波动直接影响生物资产的产出质量和存活力[15]。自然灾害(如火灾、旱灾等)以及病虫害对消耗性生物资产的影响,这些因素会导致资产的损失和减值[11]。唐衍军等人(2020)指出,病虫害的有效控制是资产稳定性的关键。通过病虫害控制率来量化此类风险,可以帮助审计人员更好地评估生物资产的健康水平和经济价值的稳健性[16]。

③ 库存管理与内部控制有效性:企业建立储存和控制方面合理的生物资产管理体系,才能保证资产的安全性和存续能力[11]。柴芳云和陈旻(2016)指出,有效管理可减少生物资产损耗,确保资产的储存安全性和质量稳定性[17]。内部控制合理性则评估企业的管理质量,唐衍军等人(2020)在獐子岛审计案例中运用内部控制评价体系,评估审计过程中的操作风险[16]。设置这两个指标有助于在风险应对阶段识别和优化管理中的关键环节,提升生物资产的风险控制能力。

3.3. 隶属度和权重设置

在模糊综合评价法中,隶属度和权重设置是评价体系的核心部分,直接影响到综合评价的准确性和科学性。为合理评估生物资产审计风险,本文参照杨森等的研究,采用专家打分法和熵权法相结合的方式,既考虑了专家对风险重要性的主观判断,又运用了客观赋权方法以减少主观偏差[18]。

3.3.1. 隶属度的设置

隶属度反映了各评价指标在不同风险等级下的归属程度,通常通过隶属度函数来量化模糊性。在生物资产审计风险评价中,评价指标的隶属度按以下五个风险等级设定:极高风险、高风险、中等风险、低风险和极低风险。每一等级对应的隶属度值为[0, 1]之间的数值,用以表示该指标的风险水平。

根据生物资产企业的风险特性,首先为每项评价指标(如市场价格波动率、库存管理效果等)建立相应的隶属度函数。假设“市场价格波动率”的隶属度函数为 $\mu(x)$,当波动率较高时,该指标的隶属度值接

近 1, 表明极高风险。接下来, 对每个风险等级的指标使用模糊语言变量(如“高”、“中”、“低”)进行赋值, 并转换为隶属度。例如, 如果专家评估某一指标的风险为“高”, 则隶属度为 0.8; 评估为“低”时, 隶属度为 0.2。最终, 将所有指标的隶属度按风险等级整理成隶属度矩阵 R , 其中 R_{ij} 表示第 i 个指标在第 j 个风险等级下的隶属度。隶属度矩阵为后续评价结果提供了基础数据支持。

3.3.2. 权重的设置

权重表示各指标在评价中的相对重要性, 以此反映指标对最终评价结果的影响程度。为确保权重的客观合理性, 本文使用熵权法进行权重计算。熵权法通过分析各指标在评价体系中的信息量来赋权, 从而减少主观偏差对结果的影响。权重设置步骤如下:

- ① 计算信息熵: 根据熵权法, 首先对每个评价指标计算信息熵 E_i , 信息熵的大小表示指标信息量的多少。信息量越大, 说明该指标在评价中的波动性越高, 其权重相应较高。
- ② 确定权重系数: 基于信息熵的计算结果, 得到每个指标的权重系数 W_i 。若某一指标的波动较大, 说明其对风险评估的贡献较大, 因而赋予较高的权重; 若波动较小, 则权重较低。
- ③ 形成权重向量: 将各指标的权重系数构成权重向量 $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$, 并对其进行归一化处理, 使得权重之和为 1, 以便于综合评价的计算。

通过上述隶属度和权重的设置, 构建出符合 A 药企生物资产特性和风险特征的评价体系。最后, 将隶属度矩阵 R 与权重向量 W 进行运算, 得到风险综合评价结果 $S = W \cdot R$, 以此为 A 药企的生物资产审计风险控制提供量化的风险等级划分和科学的决策支持。

4. A 药企的生物资产审计风险模糊综合评价

4.1. 案例背景

A 药企是一家以种植和销售人参等中药材为主营业务的企业, 位于东北地区, 主要生物资产包括特种药用植物和其他优质农产品, 拥有大规模的林下参种植基地。这些林下参作为消耗性生物资产, 具有生命周期长、估值难度大、受自然环境影响显著等特性。2021 年, A 公司聘用当地一家审计事务所对其财务状况进行全面审计。本文以 A 公司为研究对象, 基于其年度审计报告及相关工作底稿展开分析。为确保研究的全面性与可靠性, 本文还对参与项目的审计负责人 1 名、助理审计师 2 名, 以及 A 公司财务总监和 3 位高级管理人员进行了访谈, 收集到了一手数据资料。

4.2. 模糊评价的具体应用

为了评估 A 药企生物资产的审计风险, 本文采用模糊综合评价法构建了系统性的评价模型。具体应用过程包括以下步骤。

4.2.1. 评价指标体系的设置

根据已构建的生物资产审计评价指标体系, 以 A 企业年报、内部控制调研、市场分析等为基础, 对其进行三级指标情况评价, 见表 1。

Table 1. Pharmaceutical company A biological assets audit risk assessment index system
表 1. A 药企生物资产审计风险评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	说明
风险识别	市场波动性	市场价格波动率	生物资产市场价格变化率, 反映估值波动风险
		市场需求变化频率	需求波动率, 显示市场需求变化对资产价值影响

续表

风险评估	自然环境风险	气候适应性	评估生物资产对气候变化的适应程度
		病虫害控制	反映病虫害对生物资产生长的威胁
风险应对	管理控制风险	库存管理有效性	库存管理水平对资产价值的影响
		内部控制流程的合理性	企业管理流程对风险防范的适应性

4.2.2. 隶属度和权重的设置

为确保评价结果的科学性, 本文结合专家打分法和熵权法对各项指标设置隶属度和权重, 见表 2。

① 隶属度函数: 针对市场价格波动率和气候适应性等具体指标, 设置五个等级的隶属度函数: 极高风险(0.8~1)、高风险(0.6~0.8)、中等风险(0.4~0.6)、低风险(0.2~0.4)和极低风险(0~0.2)。例如, 在“市场价格波动率”指标中, 当波动率达到某一阈值时, 风险隶属度设为高, 表示该项风险较高。

② 权重分配: 使用熵权法计算各指标的权重, 以减少主观影响。结果显示, 自然环境风险和市场波动性对生物资产的影响权重较高, 而管理控制风险在内部控制的改进下权重相对较低。最终形成的权重矩阵 $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ 确保了评价结果的客观性。

Table 2. Membership function setting and weight allocation

表 2. 隶属度函数设置及权重分配

三级指标	权重	极高风险 (0.8~1)	高风险 (0.6~0.8)	中等风险 (0.4~0.6)	低风险 (0.2~0.4)	极低风险 (0~0.2)
市场价格波动率	0.25	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
市场需求变化频率	0.15	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1
气候适应性	0.20	0.9	0.7	0.5	0.3	0.1
病虫害控制	0.20	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
库存管理有效性	0.10	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0
内部控制流程的合理性	0.10	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0

4.2.3. 模糊综合评价计算

基于构建的隶属度矩阵 R (见表 3) 和权重向量 W , 通过矩阵运算得到综合评价结果 $S = W \cdot R$ 。

Table 3. Fuzzy comprehensive evaluation matrix R for enterprise A

表 3. A 企业模糊综合评价矩阵 R

风险等级	市场价格波动率	市场需求变化频率	气候适应性	病虫害控制	库存管理有效性	内部控制流程的合理性
极高风险	1.0	1.0	0.9	1.0	0.8	0.7
高风险	0.8	0.7	0.7	0.8	0.6	0.5
中等风险	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3
低风险	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1
极低风险	0.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0

评价结果将 A 药企的生物资产审计风险划分为不同等级: 高风险、中等风险和低风险等, 见表 4。A 企业的最终综合得分为 0.667, 位于 0.56 与 0.72 之间。因此, A 企业的生物资产审计风险等级属于“中

等风险”，接近“高风险”的水平。气候适应性和病虫害控制的评分在风险评估环节中较高，说明生物资产易受气候和环境变化的影响。由于生物资产对自然条件的依赖较强，A 企业在环境适应性和防治病虫害方面的管理水平不足，使自然环境风险成为审计中的一个关键风险源。在此过程中，模糊综合评价法的应用使得各项模糊性风险因素得以量化，从而为决策者提供了清晰的风险控制依据。

Table 4. Comprehensive evaluation result
表 4. 综合评价结果

风险等级	综合得分
极高风险	0.85
高风险	0.72
中等风险	0.56
低风险	0.38
极低风险	0.15

4.3. A 企业生物资产审计风险控制对策

以模糊综合评价法对 A 药企进行生物资产审计风险评估，识别了主要的风险来源，可以提出相对的控制策略，以帮助 A 药企在自然环境、市场波动和内部管理方面有效防范风险。针对气候条件对生物资产的影响，建议公司建立实时环境监测系统，与气象部门合作应对极端天气，并加强病虫害防控。面对市场需求和价格波动，公司可以利用期货或保险对冲市场风险，并通过长期合同保障稳定需求。此外，A 药企应优化库存管理和质量控制，引入数字化库存系统，确保数据准确性，减少审计风险。同时，建议公司建立动态风险评估机制，定期应用模糊综合评价法评估新的风险因素，以优化策略。通过实施这些对策，A 药企可以显著提升抗风险能力，在复杂环境下保持稳健发展，为生物资产管理提供了指引。

5. 小结

通过对 A 药企生物资产审计风险的模糊综合评价，本文深入分析了该企业在自然环境、市场波动及内部管理等方面的风险特性，提出了针对性的风险控制对策。基于模糊综合评价结果，A 药企可以有效提升其生物资产管理的稳健性，尤其是在不确定性较高的市场和环境条件下具备更强的抗风险能力。本文提出的外部环境监测、市场对冲、库存管理优化和动态评估机制，既为 A 药企的审计风险管理提供了实践参考，也为生物资产管理领域的风险控制提供了创新思路。未来，随着数据分析技术的发展，进一步结合自动化和信息化手段，将为企业实现更精准、更高效的风险控制带来广阔空间。

参考文献

[1] 赵旭东, 宋夏云. 生物资产审计风险的控制对策[J]. 财务与会计, 2018, 8(5): 72-73.

[2] 姚文灿. 生物性资产的审计问题研究——以獐子岛为例[J]. 现代商贸工业, 2017(22): 116-117.

[3] 杨赢. 风险导向审计在生物资产存货审计中的应用[J]. 纳税, 2017(17): 1.

[4] Lento, C., Bujaki, M. and Yeung, W.H. (2018) Auditing Estimates in Financial Statements: A Case Study of a Fish Farm’s Biological Asset. *Accounting Perspectives*, 17, 453-462. <https://doi.org/10.1111/1911-3838.12179>

[5] Kochetova-Kozloski, N., Kozloski, T.M. and Messier, W.F. (2013) Auditor Business Process Analysis and Linkages among Auditor Risk Judgments. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 32, 123-139. <https://doi.org/10.2308/ajpt-50413>

[6] 余莉. 分析程序在审计中的应用研究——基于万福生科案例分析[J]. 企业导报, 2014(3): 96-98.

[7] 刘乐. 基于层次分析法和模糊综合评价法的大型医用设备绩效审计评价研究[J]. 中国内部审计, 2022(8): 49-55.

-
- [8] 曲国华, 张潇丹, 曲卫华. 考虑可信度和优先级的对偶犹豫模糊多属性决策在绿色审计中的应用研究[J]. 运筹与管理, 2022, 31(10): 147-153.
- [9] 曲国华, 栗赞余, 曲卫华, 等. 考虑对称交互熵的对偶犹豫模糊企业环境行为决策模型分析[J]. 运筹与管理, 2024, 33(2): 49-56.
- [10] Rusmin, R. and Evans, J. (2017) Audit Quality and Audit Report Lag: Case of Indonesian Listed Companies. *Asian Review of Accounting*, **25**, 191-210. <https://doi.org/10.1108/ara-06-2015-0062>
- [11] 《企业会计准则第 5 号——生物资产》应用指南——会计发展研究中心[EB/OL]. <https://cas.xmu.edu.cn/info/1863/4734.htm>, 2022-08-05.
- [12] [关于印发《“十四五”生物经济发展规划》的通知]——国家发展和改革委员会[EB/OL]. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202205/t20220510_1324439.html, 2021-12-20.
- [13] 国务院关于印发全国农业现代化规划的通知_农业、畜牧业、渔业_中国政府网[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2016-10/20/content_5122217.htm, 2016-10-20.
- [14] 袁敏. 消耗性生物资产审计探究——以林下参为例[J]. 财务与会计, 2022(21): 45-48.
- [15] 杨晟毅. 林木企业消耗性生物资产审计探讨[J]. 财会通讯, 2024(19): 138-142.
- [16] 唐衍军, 黄益, 蒋尧明. 从獐子岛事件看区块链审计应用[J]. 财会月刊, 2020(11): 101-105.
- [17] 柴芳云, 陈旻. 风险导向审计在生物资产存货审计中的应用[J]. 集美大学学报(哲社版), 2016(4): 14-20.
- [18] 杨森, 林爱梅. 资源环境责任离任审计的可变模糊评价研究[J]. 会计之友, 2019(24): 113-118.