

# 耕地质量评价体系研究进展

张紫妍, 苏友波\*, 字春光, 常换换 (云南农业大学资源与环境学院, 云南昆明 650201)

**摘要** 耕地资源是人类生存和发展的物质基础, 耕地质量评价工作是实现耕地可持续利用的一个重要方面。基于此, 不少学者对耕地质量评价体系进行研究探讨。通过梳理现有的耕地质量评价体系中的耕地质量的内涵、评价方法、评价指标体系, 并提出未来研究中土壤酶活性可能对耕地质量评价体系的影响。

**关键词** 耕地资源; 耕地质量; 评价体系

中图分类号 F301.2 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)31-0001-03

## Research Progress on Quality Evaluation System of Cultivated Land

ZHANG Zi-yan, SU You-bo, ZI Chun-guang et al (College of Resource and Environment, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201)

**Abstract** Cultivated land resource is the material basis for human survival and development, and the evaluation of cultivated land quality is an important aspect to realize the sustainable utilization of cultivated land. On the basis of this, many scholars have studied the quality evaluation system of cultivated land. In this paper, the connotation, evaluation method and evaluation index system of cultivated land quality in the existing cultivated land quality evaluation system were studied, and the effect of soil enzyme activities in the future study on the cultivated land quality evaluation system was put forward.

**Key words** Arable land resources; Farmland quality; Evaluation system

对于一个泱泱大国来说, 我们自古以来最宝贵的资源就是土地。而耕地作为土地最重要的部分之一, 它时刻关系着我们的粮食安全。我国目前的耕地资源现状存在数量不足、质量不高、利用不合理等情况; 不同地区可利用地分布不合理, 质量等级低、污染以及退化现象严重; 除此之外最明显的就是耕地的后备资源呈现严重不足, 利用率低等问题。耕地安全问题已成为制约中华民族生存和可持续发展的基本问题。目前我国对于耕地质量评价体系尚没有明确统一的概念, 因此该研究围绕耕地质量评价这一核心问题进行系统分析, 对耕地质量评价相关概念以及耕地质量评价研究进展进行综述, 并对研究现状进行讨论, 以为今后研究的重点与方向提出思考和建议<sup>[1]</sup>。

## 1 耕地质量评价研究进展

**1.1 耕地质量的内涵** “耕地”指经过开垦后可以被用来耕种作物的土地, 是土地利用类型的一种。对于耕地质量的定义, 目前还没有统一的解释。赵登辉等<sup>[2]</sup>从耕地的自然属性角度认为耕地质量是耕地的综合属性, 主要由耕地土壤肥力和耕地位置决定, 其中耕地土壤肥力是耕地的本质属性和质量标准之一。刘友兆等<sup>[3]</sup>从耕地质量预警方面分析认为耕地质量是构成耕地的各种自然因素和环境条件的总和, 表现为耕地生产能力的高低、耕地环境状况的优劣以及耕地产品质量的好坏。2008年农业部《耕地地力调查与质量评价技术规程》将耕地质量定义为满足作物生长和清洁生产程度, 包括耕地地力和耕地环境质量两方面<sup>[4]</sup>。近期以来, 我国学者逐渐进行综合性的定义。陈印军等<sup>[5]</sup>从耕地的特定土地类型性质分析, 认为耕地质量是耕地土壤质量、耕地环境质

量、耕地管理质量和耕地经济质量的总和。孔祥斌等<sup>[6]</sup>提出耕地质量是自然、社会、经济与技术进步综合影响的结果。沈仁芳等<sup>[7]</sup>认为耕地质量是多层次的综合概念, 是指耕地的自然、环境和经济等因素的总和, 相应的耕地质量内涵包括耕地的土壤质量、空间地理质量、管理质量和经济质量4个方面。综上所述, 耕地质量的概念是随着时间的推移而不断丰富, 从最开始单一的基础地理扩展到如今涵盖多层次、多角度、多方面的内涵, 耕地质量的概念会随着社会的发展和人类的活动而不断地完善<sup>[8]</sup>。

**1.2 耕地质量的评价方法** 中国历史上最早对耕地质量进行评价是为制定赋税而定性地土壤分为三六九等<sup>[9]</sup>。1961年美国农业部颁布的世界上第一个全面系统的土地生产能力评价系统将耕地质量评价从定性转为定量<sup>[10]</sup>。中国系统的耕地评价工作从20世纪80年代初开始, 大致分为两大系统: 一是农业部门开展的以服务农业生产为目的的土地评价工作; 二是土地资源管理部门开展的以资源管理为目的的土地评价工作<sup>[11]</sup>。之后, 逐渐出现不同领域的不同评价方法。耕地质量评价尺度不同, 其侧重点也不相同, 评价系统框架、构成评价的基本要素和指标、评价程序和方法、评价结果应用等方面都存在一定的差别<sup>[12]</sup>。目前, 我国主要的耕地质量评价方法有农业生产能力评价、耕地潜力评价、土壤及环境质量评价、可持续性评价、可持续性评价、分等定级。

**1.2.1 农业生产能力评价。**指耕地农业生产的产出能力评价, 主要是以粮食产量水平为基础。农业生产能力可直接反映耕地生产能力, 最常见以粮食单位面积产量水平划分高、中、低产田<sup>[13]</sup>。这种方法操作简单, 且易于收集材料, 能够真实反映耕地质量的状况; 但是只能从结果反映状况, 没有体现出自然条件和人力的投入。之后, 农业部于1996年开展了《全国耕地类型区耕地地力等级划分》, 是利用单位面积粮食产量和耕地地力要素(土壤理化性质、地形坡度、耕层状

**基金项目** 元阳哈尼梯田土壤酶活性特征研究(41663011)。

**作者简介** 张紫妍(1993—), 女, 河南巩义人, 硕士研究生, 研究方向: 设施栽培与土壤酶。\* 通讯作者, 副教授, 博士, 从事土壤微生物方面研究。

**收稿日期** 2018-05-15

况等)指标,把全国划分为7个耕地类型区和10个耕地地力等级<sup>[14]</sup>。此后又于2008年制订了《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》,选取了气象、立地条件、剖面性状、土壤理化性状、障碍因素、土壤管理等评价因素,其评价步骤为:评价单元赋值、确定各评价因子的权重(特尔斐法、层次分析法)和隶属度(特尔斐法、隶属函数法)、计算耕地地力综合指数(累加法)、划分地力级别(等距法)<sup>[4]</sup>。总之,自然与人为投入的耕地地力评价方法能够更为综合地体现出耕地的再生产能力。

**1.2.2 耕地潜力评价。**美国农业部根据限制因子以及经营管理的不同将土地分为潜力级、潜力亚级和潜力单位3个等级。分为确定评价单元、建立评价体系、拟定评价表和评定等级4个步骤<sup>[15]</sup>。1986年,原农牧渔业部土地管理局以水、土、热等自然条件为评价因素,划分农用地自然潜力的级别<sup>[16]</sup>。潜力评价通过建立完善的评价体系来评定耕地质量的评价体系。

**1.2.3 土壤及环境质量评价。**常见的土壤环境质量评价方法有单因子指数法、模糊综合评价法及综合指数法等<sup>[17]</sup>。单因子指数法最简单,但只能识别单个污染物;模糊综合评价法进一步考虑了质量分级的过渡性;综合指数法运算简单易操作,且能直观反映环境质量指数因子,是目前使用最广的方法<sup>[18]</sup>。

**1.2.4 可持续性评价。**耕地质量评价体系构建的重点之一就是土地可持续性研究。1995年世界银行(WBG)、联合国粮食与农业组织(FAO)、联合国开发计划署(UNDP)和联合国环境署(UNEP)共同提出土地质量指标体系(land quality indicators, LQIs),基础研究方法是压力-状态-响应(PSR)模型。之后的各种修订模型如DPSIR、PSIR、DSR已成为许多国家研究区域农业可持续发展的基础框架<sup>[19-20]</sup>。目前的可持续利用评价方法仍存在不足,以短期的纵向对比为主,并没有充分地反映可持续发展的动态特性<sup>[16]</sup>。

**1.2.5 适宜性评价。**适宜性评价主要是通过土地单元属性及土地利用方式还有作物的要求来进行匹配,从而利用这种方法对土地适宜性进行的一种评价。具体步骤如下:第一,规划土地评价。第二,确定土地利用种类及其明确要求。第三,对土地的性质和质量进行调查。最后,进行土地利用与比较<sup>[15]</sup>。事实证明适宜性评价实用性很强,所以很受欢迎,后期发展中引入了线性回归法<sup>[21]</sup>、限制评分法<sup>[22]</sup>及模糊数学<sup>[23]</sup>等。

**1.2.6 分等定级。**如今我国最常用的土地质量评价方法是分等定级。分等赋值法是最初的方法,首先是对土壤肥力评价指标的级别及其数量进行人为划分,同时对各指标的权重系数进行划分,之后用简单的加法、乘法合成一项综合性的指标,以此来对土壤肥力的评价。此方法主要优点是简单明了,但是主观性过强,评价者的个人水平会导致结果出现巨大偏差。

## 2 耕地质量评价指标体系

### 2.1 选取耕地质量评价指标的原则 影响耕地质量的因素

有很多,应该选取对耕地质量影响大、准确性高、具有代表性的因子进行评价。农业部认为对于全国性的耕地质量评价指标选取应遵循以下原则:统一性、主导性、敏感性、实用性、独立性和稳定性。统一性原则就是在每个耕地样点采取统一的评价指标,以确保他们之间具有可比性;主导性原则即选择具有代表性的化学、生物、物理性质,以正确反映耕地的基本功能;敏感性原则即选取的评价指标对气候、土壤利用方式及管理的变化能做出较为敏感的反应;实用性原则即选取的指标能轻易获取,容易定量测量,被大家普遍理解接受;独立性原则即选取的指标之间相关程度较小,避免重复评价;稳定性原则即选取的指标能较为稳定地反映其对耕地质量的影响,并能真实地反映耕地质量的优劣<sup>[24-25]</sup>。区域性耕地质量评价指标的选取需要根据区域的差异,结合主导性和敏感性原则选取具有代表性的评价指标。总而言之,在选取耕地质量评价指标时要考虑不同区域的差异性和相对性,以科学认识为基础,做到真实、简单、实用和稳定。国土部在选取耕地质量评价指标时遵循综合分析原则、分层控制原则、主导因素原则、土地收益差异原则、定量分析与定性分析相结合原则和跟踪检验原则。

**2.2 耕地质量评价指标** 农业部根据全国气候、地形地貌、成土母质等成土因素的不同类型特点,综合建立了一个指标体系作为公共评价标准,用来专门评价我国不同地方的地力等级。在这个指标体系中主要包括气候、地形、剖面形状、耕层土壤理化性状、耕层土壤养分状况以及障碍因素和当地土壤管理七大类共64个评价指标<sup>[4]</sup>。国土部认为评定耕地质量的基本方法是按照全国统一的标准耕作制度,在测算作物光温(气候)生产潜力,形成覆盖全国的、连续的“土地质量背景值曲面”的基础上,分区域选取土壤、地形、土地利用等因素,通过测算土地自然质量分、土地利用系数和土地经济系数,进行土地自然质量、土地利用状况和投入产出水平的逐级订正,按照乘法计算全国可比的分等指数,以此划分耕地质量等级<sup>[11]</sup>。赵春雨等<sup>[26]</sup>认为耕地质量指标体系应包括2种功能、5个层次和24个具体指标。2种功能是指生态和生产功能,5个层次分别是土壤质量、气候质量、生物多样性质量、景观生态质量和耕地生产力。由此可见,耕地质量大致从土壤、气候、地形几个指标进行评价,结合地域差异、人文差异进行具体分析。

**2.3 土壤酶活性对耕地质量评价体系的影响** 影响耕地质量评价的因素有很多,例如从土壤方面来说,土壤酶是一个重要而不可忽略的方向。现阶段我国有许多学者都已经开始将重点放在土壤酶的研究上。确切地说,我们这里提到的土壤酶就是土壤生物学活性的一个重要组成部分,它使得有机物更加快速地矿化,同时使有机物大量释放出无机养分参与土壤腐殖物质的分解及其形成。事实上这在一定程度上反映了土壤各种生物化学过程的动向及强度;从专业的角度来剖析,土壤酶的活性和土壤的理化性质具有巨大的关联。同时它与土壤的其他生物学特征紧密相关,并且测定起来相对较容易,所以土壤酶活性是现阶段土壤质量评估工作中必

不可少的内容<sup>[27]</sup>。就目前而言,我国许多学者一致认为土壤酶活性的高低可以在一定程度上有效地反映土壤综合肥力的特征。目前大多数学者认为土壤酶的活性对耕地质量评价体系的建立健全具有很大的影响。

### 3 未来我国耕地质量评价体系的发展趋势

为了能够更全面地了解耕地质量的发展,要结合社会、经济、科技、多学科综合交叉等更多方面评价体系去建立更完善的耕地质量评价体系(图1)。

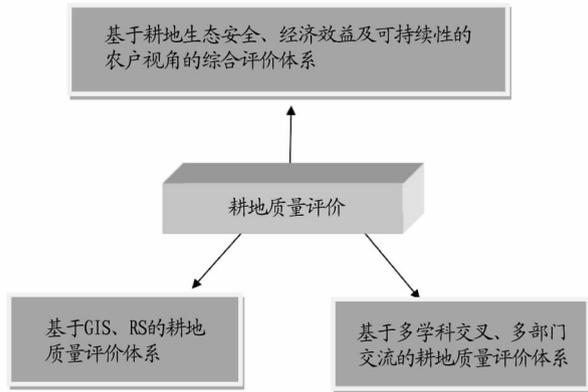


图1 耕地质量评价体系

Fig. 1 Evaluation system of cultivated land quality

**3.1 基于耕地生态安全、经济效益及可持续性的农户视角的综合评价体系** 国内外研究进展表明,我国以农户为主体的耕地利用方式将长期存在,从农户角度对耕地质量进行评价,不仅涉及土壤学、地理学及农户行为的知识,还结合耕地经济、社会、可持续发展和耕地生态安全多方面进行综合评价,可以使耕地质量评价起到更快速、高效、精确的作用,使作物生产获得更高的经济效益,从而达到合理地利用耕地资源<sup>[28]</sup>。

**3.2 基于GIS、RS的耕地质量评价体系** 目前,我国农业部、国土资源部、环境部等管理部门建立了基于不同目的的评价标准,但不同部门标准不同,带来的评价结果可比性也有差异<sup>[16]</sup>。建立国家尺度上统一的评价标准对以后耕地质量评价体系的完善很有必要。GIS、RS技术的运用能够在很大程度上推动评价的量化、自动化和智能化<sup>[29]</sup>。遥感技术的使用能提高结果的准确性、时效性和直观性,随着GIS技术的应用,耕地质量空间动态变化与监测可以及时向社会发布,为农业规划及管理部门提供依据,促进耕地可持续发展<sup>[30]</sup>。

**3.3 基于多学科交叉、多部门交流的耕地质量评价体系** 耕地质量评价现在已不能局限于一个领域内,需要多方位、全面地去研究。由于耕地的地域性比较强,耕地质量评价各种方法的理论基础不同,其评价过程存在较大的差异。耕地质量评价采取的方法千差万别,同一评价方法往往很难适用于不同的区域,造成评价方法的可操作性、通用性差<sup>[2]</sup>。虽然国内学者做了大量的研究,但至今还没有形成统一、有效的耕地质量评价方法。试图建立能够对所有耕地都适用的单一模型,或开发解决所有评价问题的技术和方法是不现

实的,至少在目前条件下这一愿望难以实现,目前问题的关键是建立一个评判耕地质量评价结果的标准,使评价人员能够比较各种评价方法下的评价结果的质量<sup>[31]</sup>。

### 4 结语

总而言之,随着土壤学、地学、农学以及生态学等这些基础学科的发展,耕地质量评价得到了较好的支撑,现如今已难形成较完整的研究框架。该研究主要从内涵界定、评价方法和评价体系几个方面进行阐述,并针对性地指出3个主要发展趋势。现如今我国粮食安全问题已经越来越突出,而耕地保护和耕地质量越来越受到重视。解决我国如今的耕地质量与粮食安全的矛盾,开展相对应的耕地质量评价工作已经迫在眉睫。所以,在耕地质量评价过程中利用现代化信息网络、数据库、遥感等技术进行综合评价能取得更高的效率和更好的效果。

### 参考文献

- [1] 陶晓明. 我国耕地质量评价研究评述与思考[J]. 农村经济与科技, 2015, 26(6): 12-15.
- [2] 赵登辉, 郭川. 对耕地定级与估价几个问题的思考[J]. 中国土地, 1997(12): 18-19.
- [3] 刘友兆, 马欣, 徐茂. 耕地质量预警[J]. 中国土地科学, 2003, 17(6): 9-12.
- [4] 中华人民共和国农业部. 耕地地力调查与质量评价技术规程: NY/T 1634—2008[S]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [5] 陈印军, 肖碧林, 方琳娜, 等. 中国耕地质量状况分析[J]. 中国农业科学, 2011, 44(17): 3557-3564.
- [6] 孔祥斌. 粮食安全: 不能忽视耕地的作用——对茅于軾先生的“18亿亩红线与粮食安全无关”的回应[J]. 中国土地, 2011(6): 57-60.
- [7] 沈仁芳, 陈美军, 孔祥斌, 等. 耕地质量的概念和评价与管理对策[J]. 土壤学报, 2012, 49(6): 1210-1216.
- [8] 吴群. 耕地质量、等级与价格刍议[J]. 山东省农业管理干部学院学报, 2002(1): 73-74, 76.
- [9] 闵宗殿. 中国农史系年要录: 科技编[M]. 北京: 农业出版社, 1989.
- [10] KLINGEBIEL A A, MONTGOMERY P H. Land-capability classification [M]. State of New Jersey: Soil Conservation Service, 1961.
- [11] 程锋, 王洪波, 鄧文聚. 中国耕地质量等级调查与评定[J]. 中国土地科学, 2014, 28(2): 75-82.
- [12] 肖碧林, 陈印军, 卢布, 等. 当前我国耕地质量评价类型与问题分析[J]. 资源与产业, 2008, 10(4): 58-61.
- [13] 袁天凤. 基于粮食生产能力的重庆市耕地质量评价研究[D]. 重庆: 西南大学, 2007.
- [14] 中华人民共和国农业部. 全国耕地类型区、耕地地力等级划分: NY/T 309—1996[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [15] 程文仕. 土地调查与评价: 理论·实务[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2009.
- [16] 付国珍, 摆万奇. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. 资源科学, 2015, 37(2): 226-236.
- [17] 窦磊, 周永章, 王旭日, 等. 针对土壤重金属污染评价的模糊数学模型的改进及应用[J]. 土壤通报, 2007, 38(1): 101-105.
- [18] 李森照, 罗金发, 孟维奇, 等. 中国污水灌溉与环境质量控制[M]. 北京: 气象出版社, 1995.
- [19] ADRIAANSE A. Environmental policy performance indicators: A study on the development of indicators for environmental policy in the Netherlands [M]. The Hague: Sdu Uitgeverij Koningsinnegracht, 1993.
- [20] SHAO C F, GUAN Y, CHU C, et al. Trends analysis of ecological environment security based on DPSIR model in the coastal zone: A survey study in Tianjin, China [J]. International journal of environmental research, 2014, 8(3): 765-778.
- [21] 彭补拙, 李春华, 濮励杰, 等. 中亚热带北缘青海土地适宜性评价方法探讨[J]. 自然资源, 1994(2): 14-21.
- [22] 张洪业. 利用限制性评分方法确定土地农业适宜性等级: 以澳大利亚新南威尔士州为例[J]. 地理研究, 1994, 13(2): 67-73.
- [23] 冯晓利, 何伟, 蒋贵国, 等. 基于模糊综合评价法的双流县农用地适宜性评价[J]. 西南农业学报(社会科学版), 2012, 25(3): 982-988.

于单一脱毒法。

胡文娟<sup>[23]</sup>体内试验研究显示, AFB1 和 DON 对小鼠的联合毒性显著高于其中任一毒素的毒性, 而添加 0.5% 复合脱毒剂对两种毒素都具有较好的吸附效果, 能有效缓解机体的损害。杨彦琼<sup>[24]</sup>研究显示, 改性膨润土与酵母细胞提取物复合物(比例 7:3)对 AFB1 吸附效果最佳, 吸附量和吸附率分别达 18.39  $\mu\text{g/g}$ , 91.97%; 同时对该复合物在不同 pH 条件下的吸附效果和吸附稳定性的研究表明: 该复合吸附剂在 pH 为 7.0 时吸附量最大, 平均吸附率约为 91.97%; 随着 pH 的减小, 吸附率降低。靳志强等<sup>[25]</sup>试验结果表明, 与单一处理相比, 霉变玉米的霉菌孢子数量和黄曲霉毒素 B1 含量在微波、紫外线与臭氧组合处理方式下, 脱毒效果更显著, 且没有使玉米品质的发生显著改变。

### 3 小结

饲料及其原料中的霉菌毒素种类繁多, 不仅影响饲料的营养价值和适口性, 对养殖业都造成了一定的影响, 且给人类食品安全和身体健康带来了潜在风险, 因此要严格防控饲料在生产、加工、运输及储存环节霉菌毒素的产生。如果饲料及其原料发生霉变, 要根据霉菌毒素的结构特性及污染等情况, 科学合理的选择脱毒方法。

### 参考文献

- [1] 杜妮. 2017 年我国部分地区饲料及饲用原料霉菌毒素污染调查报告[J]. 猪业科学, 2018(2): 58-60.
- [2] PRELUSKY D B, GERDES R G, UNDERHILL K L, et al. Effects of low-level dietary deoxynivalenol on haematological and clinical parameters of the pig[J]. Natural toxins, 1994, 2(3): 97-104.
- [3] ERIKSEN G S, PETTERSSON H. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed[J]. Animal feed science and technology, 2004, 114: 205-239.
- [4] BERGSJØ B, MATRE T, NAFSTAD I. Effects of diets with graded levels of deoxynivalenol on performance in growing pigs[J]. Zentralblatt für veterinärmedizin, 1992, 39(10): 752-758.
- [5] 朱小明. 脱氧雪腐镰刀菌烯醇致小鼠骨骼畸形模型建立及差异蛋白的筛选[D]. 泰安: 泰山医学院, 2010.
- [6] ALBERTO GIMENO, 王琦, 任东东, 等. 霉菌毒素对奶牛的不良影响[J]. 中国乳业, 2010(7): 34-37.

- [7] INGALLS J R. Influence of deoxynivalenol on feed consumption by dairy cows[J]. Animal feed science & technology, 1996, 60(3/4): 297-300.
- [8] DAI M L, JIANG S Z, YUAN X J, et al. Effects of zearalenone-diet on expression of ghrelin and PCNA genes in ovaries of post-weaning piglets[J]. Animal reproduction science, 2016, 168: 126-137.
- [9] 俞亚玲, 周宏超, 孙薇薇, 等. 玉米赤霉烯酮中毒大鼠卵巢组织 Bax 和 Bcl-2 的表达[J]. 中国兽医学报, 2012, 32(7): 1015-1019.
- [10] 姜淑贞, 孙华, 黄丽波, 等. 不同水平玉米赤霉烯酮对断奶仔猪血清代谢产物和肝肾组织病理学影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(18): 3708-3715.
- [11] LI Y S, WANG Z H, BEIER R C, et al. T-2 toxin, a trichothecene mycotoxin: Review of toxicity, metabolism, and analytical methods[J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2011, 59(8): 3441-3453.
- [12] MATEO J J, MATEO R, JIMÉNEZ M. Accumulation of type A trichothecenes in maize, wheat and rice by *Fusarium sporotrichioides* isolates under diverse culture conditions[J]. International journal of food microbiology, 2002, 72(1/2): 115-123.
- [13] 邹心义, 黄斐, 孙建利, 等. 热处理对脱氧雪腐镰刀菌烯醇和 T-2 毒素的去除作用[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(13): 6-10.
- [14] 陈心仪. 2009-2010 年中国部分省市饲料原料及配合饲料的霉菌毒素污染概况[J]. 浙江畜牧兽医, 2011, 36(2): 7-10.
- [15] 靳露, 董国忠. 呕吐毒素对动物免疫及繁殖性能的影响[J]. 饲料研究, 2012(3): 18-21.
- [16] GRATZ S, MYKKÄNEN H, ELNEZAMI H. Aflatoxin B1 binding by a mixture of *Lactobacillus* and *Propionibacterium*: In vitro versus ex vivo[J]. Journal of food protection, 2005, 68(11): 2470-2474.
- [17] 戴军. 黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 降解酶产生菌的筛选及发酵制备酶制剂的研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2015.
- [18] 林台, 黎乐群, 彭涛. 黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 代谢及致肝癌机制的研究进展[J]. 中国现代医药杂志, 2007, 9(12): 131-133.
- [19] 贺水. 花生油中黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 紫外光降解及其安全性评价[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
- [20] 陈冉. 花生中黄曲霉毒素降解技术研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2013.
- [21] FARBO M G, URGEGHE P P, FIORI S, et al. Adsorption of ochratoxin A from grape juice by yeast cells immobilised in calcium alginate beads[J]. International journal of food microbiology, 2016, 217: 29-34.
- [22] 李文明. 黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 生物降解产物的分离鉴定及其致突变性研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2013.
- [23] 胡文娟. 复合吸附剂对黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 和脱氧雪腐镰刀菌烯醇联合毒性的脱毒效果研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2016.
- [24] 杨彦琼. 新型复合吸附剂对黄曲霉毒素 B<sub>1</sub> 的吸附脱毒研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2012.
- [25] 靳志强, 王顺喜. 微波、紫外线与臭氧组合技术对霉菌及其毒素的协同影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2018, 46(4): 147-154.

(上接第 3 页)

- [24] 周佳松, 刘秀华, 廖兴勇, 等. 南方丘陵区土地整理新增耕地质量评价研究[J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2004, 2(1): 30-33.
- [25] 全国农业技术推广服务中心, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所. 耕地质量演变趋势研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [26] 赵春雨, 朱永恒. 耕地质量指标体系的构建[J]. 资源开发与市场, 2006, 22(3): 224-227.
- [27] 杨万勤, 王开运. 土壤酶研究动态与展望[J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8(5): 564-570.

- [28] 李彤, 于瑛. 耕地质量评价研究进展及发展趋势[J]. 北京农业, 2016(3): 204-205.
- [29] 张衍毓. 基于 RS 和 PRA 的耕地质量综合评价研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- [30] 鲁明星, 贺立源, 吴礼树. 我国耕地地力评价研究进展[J]. 生态环境, 2006, 15(4): 866-871.
- [31] 单美, 王训. 我国耕地质量研究进展[J]. 泰山学院学报, 2011(6): 110-116.

## 科技论文写作规范——讨论

着重于研究中新的发现和重要方面, 以及从中得出的结论。不必重复在结果中已评述过的资料, 也不要模棱两可的语言, 或随意扩大范围, 讨论与文中无多大关联的内容。