

文章编号: 1001-1498(2003) 03-0351-07

# 栗园土壤研究的进展

肖 斌

(南京林业大学, 江苏 南京 210037)

摘要: 针对板栗生产实际情况, 加强栗林土壤管理非常迫切。根据国内外资料, 通过对栗林产量、品质与土壤相关性, 以及栗林覆盖、施肥等改善土壤状况的综述, 以期今后板栗林地的选择、林地的管理上减少水土流失, 改善板栗生境, 促进板栗产量与品质的提高, 增加栗林的经济与生态效益提供一定的借鉴。

关键词: 栗园土壤; 栗园覆盖; 产量; 品质

中图分类号: S664.2 文献标识码: A

板栗(*Castanea mollissima* Blume)是我国优良干果树种, 人称“铁杆庄稼”。在世界上能食用的栗子有 10 多种, 用于经济栽培的主要有中国板栗、日本栗(*Castanea crenata* S. et Z.)、欧洲栗(*Castanea sativa* Mill.) 和美国栗(*Castanea dentate* Borkh) 4 种, 因欧美品种抗性差, 栗疫病的发生使欧美栗难以大面积的发展, 亚洲栗树普遍较抗疫病, 中国板栗抗病性最强, 品质最好<sup>[1~4]</sup>, 因而获得了大面积栽培。板栗果实不仅营养丰富, 而且具有保健作用, 香甜可口, 风味独特<sup>[5~7]</sup>, 现在一些欧美发达国家, 干果的销量一直呈增加趋势, 因此经济林等被认为是入世后我国林业上最有竞争力的产业之一<sup>[1,6,8,9]</sup>。

板栗在我国的分布十分广泛, 北起辽宁、吉林, 南至广东、海南, 遍布 22 个省(区、市)。板栗因具有造林成本低、易成活、收益早、效益好等优点, 近 10 a 来, 栽培面积迅速扩大, 至 2000 年, 全国板栗总面积已达 130 万  $\text{hm}^2$ , 产量达 60 多万 t。我国现已成为世界最大的板栗生产国和出口国<sup>[1]</sup>。但板栗研究大部分都集中在板栗丰产配套栽培技术上, 这方面的研究文献占整个板栗研究文献近 50%, 其次是板栗病虫害研究(占总文献的近 20%), 第三是板栗的基础研究(板栗空苞、板栗开花结实性和其生态因子、板栗光合作用与营养分配等方面研究)和良种选育以及加工贮藏研究(占总文献的 20%), 对板栗土、肥、水管理的研究文献约占 10%<sup>[10]</sup>, 其中对栗园土壤与板栗根系, 以及它们之间与产量和品质的关系的系统全面研究少见, 有的也仅是研究单个因子对根系以及产量的影响, 零散穿插在其他材料中<sup>[11~13]</sup>, 因此有必要对其进行较完整的综述和研究。栗园的土壤状况和栗树根系的的活动情况, 对板栗产量和品质有着很大的影响, 但由于对根系在林木生产过程中所起的重要作用认识较晚, 同时由于根系生长所处土壤的异质性和复杂性, 用来定量研究根系活动的方法较少, 使栗园土壤与根系对板栗产量和品质

收稿日期: 2002-07-04

基金项目: 安徽省林业厅“山地板栗丰产栽培配套技术研究及推广”课题内容之一

作者简介: 肖斌(1964—), 男, 安徽无为, 高级工程师, 工作单位: 安徽省林业厅造林经营总站, 现为南京林业大学在读博士生。

影响研究带来了一定难度。当今,要努力做到板栗生产的经济和生态效益双赢,保证我国板栗生产持续发展,提高农民经济利益等,还需在栗园土壤上进一步研究。作者通过对国内外这方面的研究进行综述和探讨,供进一步开展板栗优质丰产、持续发展研究时参考。

## 1 栗园土壤覆盖的作用

覆盖在日本 20 世纪 70 年代就开始研究,当时主要是对果树进行的<sup>[14]</sup>。果园土壤覆盖是指在果园表土上覆盖其他物质,一般可分为死物覆盖和活物覆盖两大类,并根据覆盖物质的种类又可分为若干小类。其中有些覆盖方式在我国已有较长的历史,有些则处于试验示范阶段。关于栗园覆盖的意义,可概括为几个方面:

(1) 减少水土流失,提高栗园产量。果园覆盖能缓和降水对土壤的直接侵蚀,降低地表径流,减少水土流失,在山地和坡地还可起到固土护坡的作用。近几年来在山地和坡地发展的大面积板栗纯林,一是没有注意采取合理的水土保持措施,二是为了林内作业和收集落地板栗的方便,清理地表覆盖物,使栗林土地严重退化。据郭旭东等<sup>[15]</sup>研究,没有覆盖的栗林土壤退化指数是-28%,而覆盖却可提高土地质量和板栗产量,范宏伟在河南信阳连续 5 a 对山地板栗园进行的稻草覆盖试验表明<sup>[16]</sup>:覆草与未覆草的相比,5 a 间年均增产  $1\ 260\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ,相对增产 41%,土壤有机质含量增加 18.1%,水解氮、速效磷、速效钾含量分别增加 55.2、4.2、37.5  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。特别在极端年分,覆盖与未覆盖相比,差异相当大。研究表明:在河南信阳 2001 年 1~9 月总降水量为 278 mm,结果未覆盖的减产 35.8%,每株产量仅 1.2 kg,而覆盖的减产不到 20%。我国由于大面积的栗园分布在低山丘陵、岗地上,因此栗园土壤覆盖不仅关系板栗产量和品质,还关系板栗持续发展和国土安全,栗园覆盖有重要的意义<sup>[14,16-18]</sup>。

(2) 改善土壤理化性状,影响根系的生长和吸收。覆盖对土壤的温、光、水、气等因子带来变化,栗园覆盖后,减少了水分蒸发,使表土层的湿度和温度相对保持稳定,有利于根系生长,使表土层中吸收根数量明显增加,影响根系生长和吸收。Anderson 等以针叶树为对象的研究也可借鉴:红松(*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) 新根的长度与温度在 8~20 °C 范围内成正相关<sup>[19]</sup>;针叶树根系生长速度与土壤密度成反比<sup>[20]</sup>。郭旭东等<sup>[15]</sup>研究表明:没有覆盖的栗林的土壤密度明显大于相同土壤的草地;覆盖与未覆盖栗林相比,2.0 mm 以下的根条数增加了 44~148 条,2.1~10.0 mm 的根条数也增加了 6~29 条,同时杂草减少<sup>[16]</sup>。因此覆盖是改良土壤理化性质的很好措施之一。除地膜覆盖外,无论是覆草还是生草覆盖,都可增加土壤的有机质含量,提高土壤肥力,在柑桔(*Citrus* sp.) 试验园里进行的覆草试验,结果也表明土壤有机质含量大幅度提高。栗园活物覆盖还具有富集和转化土壤养分的作用,如我国习惯的豆科(Leguminosae) 绿肥固 N 作用非常明显,同时栗园土壤覆盖也有利于土壤微生物的活动,加速土壤熟化<sup>[17,18]</sup>。

(3) 改善栗园微生态环境。覆盖对栗园微生态环境的影响研究还未见报道,但覆盖果园对生态环境的影响的报道可供借鉴。据试验观测,果园覆草可使春季果园夜间气温提高 0.5~2 °C,对防止花器冻害有重要作用。果园生物覆盖可缩小果园昼夜温差变化幅度,减轻剧烈变温对果树的伤害,同时可调节园内的相对湿度。果园进行地膜覆盖后果实的着色很均匀,果实的产量和品质均得以提高<sup>[17,18]</sup>。据在云南的研究表明,山地果园覆草后可提高土壤含水量 21%~53%,保水时间可达 108 d 以上<sup>[17]</sup>。同时覆盖能调节土壤温度,据胡正明等报道<sup>[18]</sup>,果园覆

盖可使夏季地表温度降低 6~ 10 °C, 因而可缓解夏季高温干旱对果树生长的胁迫; 冬季地表温度提高 3~ 5 °C, 防止冬季低温的伤害, 特别是在极端年分其意义更大。

(4) 减轻病虫害危害, 有利于绿色产品生产。发展无公害食品, 是世界农林业发展的方向。覆盖适宜时, 能减少或减轻病虫害的发生, 起到降低农药用量、减轻果品农药污染、保护环境、节省开支的作用。美国、英国、日本、法国等早已把果园覆盖作为绿色产品生产的重要措施之一, 已应用于苹果 (*Malus pumila* Mill.)、梨 (*Pyrus* sp.)、柿 (*Diospyros kaki* Thunb.)、枣 (*Ziziphus jujuba* Mill.)、板栗、山楂 (*Crataegus pinnatifida* Bunge) 等<sup>[21]</sup>, 日本现推广的土壤管理办法主要是鲜草覆盖法, 其次是干草及有机物覆盖<sup>[14]</sup>。如日本兵库县三田市小仲氏湖梅园, 原来是山坡开垦出来的果园, 土壤较为瘦脊, 用牧草覆盖栽培法, 甚至连修剪下来的枝条也用机械打碎还田, 经 10 a 的耕作, 土壤地力明显提高, 不仅板栗产量提高达 4 000 kg·hm<sup>-2</sup>, 且品质极佳<sup>[14]</sup>。覆盖改变了栗园土壤环境, 使其有益真菌数量明显高于对照的, 有利于根系的生长发育和对营养物质的吸收, 促进了栗树的健康生长, 增强了其抗性<sup>[22]</sup>。

## 2 栗园土壤对板栗产量和品质的影响

### 2.1 对板栗产量的影响

栗树虽然对土壤条件不太苛求, 但以微酸性 (pH 5.6~ 6.5)、土层厚度在 80 cm 以上、质地疏松、湿润肥沃、有机质含量高的壤土或沙壤土为好。生产实践还表明: pH 值大于 7 或含盐量大于 0.1% 的, 或地下水位离地面不足 1.5 m 的或粘重土壤上栗树虽能生长结实, 但产量都很低, 甚至不结实<sup>[3, 23]</sup>。可见栗树不仅对土壤有较强的适应性, 而且有最佳的选择性。研究证实, 经济林木在品种、气候因子、人工管理等条件相近似的条件下, 其产量、品质在很大程度上取决于土壤条件<sup>[24]</sup>。据报道, 浙江诸暨市 5 年生毛板栗生长在沙质壤土上的产量可达 5 455 kg·hm<sup>-2</sup>, 而质地粘重的土壤上产量仅 300 kg·hm<sup>-2</sup><sup>[3, 25]</sup>。

一般认为, 岩石是矿物元素的资源库, 而土层是储存库。土壤是作物的生长场所, 但并非土壤的矿质元素、即营养元素含量越高就越好。例如, 如果土壤中的 N 素含量过高, 易引起营养生长过旺, 导致营养生长和生殖生长失去平衡, 影响板栗的产量和品质<sup>[26]</sup>。毕坤<sup>[27]</sup>对茶叶的品质研究中也指出: 茶叶吸收矿物元素的多少, 直接影响着茶叶品质, 但茶叶中矿物元素的吸收量, 即茶叶品质与土壤背景中的含量并不成正比关系, 而是由土壤有效状态矿物元素持续释放能力以及茶叶生理效应所决定。这一研究结果对板栗也有很好的借鉴作用。

### 2.2 对板栗品质的影响

有关植物激素和生长调节剂对板栗营养成分的影响研究较多, 如近年来实验证明用多效唑可增加板栗叶内可溶性蛋白质含量等<sup>[28, 29]</sup>。但这类研究的增产方法, 有违于绿色食品生产的目标和食品的安全, 没有必要在这方面做过多的研究<sup>[30]</sup>。为了能够表示板栗的品质, 建立一个能够说明板栗品质水平的指标体系是十分必要的。针对干果板栗的营养特点, 以板栗的出仁率、基本营养蔗糖含量、可溶性糖含量、蛋白质含量、脂肪含量以及微生素含量 5 个指标来表示板栗的品质较好<sup>[31, 32]</sup>, 如以板栗的品质指数 (Quality Index) 表示板栗综合品质水平, 并给出对应测定项目在板栗品质中的重要性 (权重), 作为食用的食品, 其口感 (甜味) 与外观 (出仁率) 在板栗品质中也应居于重要地位, 在传统意义上较为重要的营养 (蛋白质) 和热量 (脂肪) 地位应下降。因此, 韩亚珊教授<sup>[33]</sup>对板栗用途给出了品质各测定项目的权重: 蔗糖 0.34, 可溶性

糖 0.20, 蛋白质 0.20, 出仁率 0.16, 脂肪 0.10。

张袖丽<sup>[5]</sup>、续九如<sup>[7]</sup>和陈在新等<sup>[31]</sup>对安徽、河北、湖北的板栗的营养成分进行了分析, 结果表明, 板栗不同品种的营养成分均较全面, 但各种营养成分含量有极明显差异, 其中淀粉含量 14.4%~63.12%, 可溶性糖 10.23%~30.51%, 可溶性蛋白质 0.30%~45.71%。差异的原因既有品种间的遗传变异, 更多的是环境因素的影响。

2.2.1 板栗品质与 pH 值的关系 根据孙鲁平等<sup>[31]</sup>研究, pH 值与板栗品质的相关系数达到 -0.62, 不但超过 5% 显著相关水平, 而且接近 1% 的极显著水平, 是土壤各性质中与板栗品质关系最为密切的一个因素。在一定的 pH 范围内, 板栗品质随着土壤 pH 值的下降而上升。板栗适宜于在微酸性土壤中生长, 这与前人的一些研究结果相符。

2.2.2 板栗品质与土壤质地、碳酸钙的关系 根据孙鲁平等<sup>[31]</sup>研究: 土壤各粒级颗粒含量与板栗品质的相关性大体可分为 3 类, > 1 mm 的两个级别与板栗品质成正相关, 1~0.05 mm 各粒级基本与板栗品质关系不大, < 0.05 mm 的各个粒级与板栗的品质成负相关, 其中只有 1~2 mm 级别的土壤颗粒与板栗品质的相关关系达到 5% 显著水平, 表明在质地较轻的土壤上生产出品质较高的板栗。

一般认为板栗是忌 Ca 植物, 不能生长在含 Ca 的土壤上。碳酸钙的存在可能从两个方面影响板栗。第一, 碳酸钙含量超过一定水平后土壤呈中性或碱性反应, 而板栗是喜酸性植物<sup>[23, 24]</sup>; 第二, 石灰岩上发育的土壤质地往往较为粘重, 不利于板栗生长。

2.2.3 板栗品质与有机质和 P、K 含量的关系 吴碧英等<sup>[35]</sup>认为: 土壤有机质与板栗品质存在一定正相关关系, 表明土壤有机质增加有利于板栗品质的提高; 速效钾与板栗品质的相关性较小; 有效磷和板栗品质呈负相关。有效磷含量的增加不利于板栗品质的提高, 虽然其机理尚不完全清楚, 但这一点应该在施肥中给予注意, 因为 P 的增产效益较高, 施用 P 肥可以提高土壤中有效磷的含量, 而有效磷含量对板栗品质提高不利, 这就存在 P 肥的正负两方面效应。因此在生产实践中必须注意防止增产引起品质下降的问题<sup>[31, 35]</sup>。

2.2.4 板栗品质与 Fe、Mn、Cu、Zn 及 Mg 含量的关系 板栗是高 Mn 作物, 缺 Mn 时, 叶内严重失绿, 严重时叶片焦黄枯落, 而 B 对板栗花芽分化及授粉受精有促进作用, 可减少空苞率<sup>[29]</sup>。

孙鲁平等<sup>[31]</sup>认为: 大部分微量元素有效含量基本上都与板栗品质呈负相关, 但均未达到显著水平的相关程度, 产生这种负相关性的机制尚待进一步研究。但施 B 可减少板栗空蓬已被证实, B 也是目前在板栗生产中施用较多的微量元素肥料。根据调查, 板栗的空蓬率在 15% 左右, 部分地区达到 50% 的水平, 很多研究<sup>[29, 36]</sup>认为缺少 B 是造成板栗空蓬的主要原因, 施用 B 肥可以有效提高板栗的产量, 因而受到普遍重视, 但 B 对板栗品质的影响的研究还未见报道。

### 3 栗园施肥技术的研究

土壤养分是林木生长发育的基础, 更是以果实等多次收获为主的经济林木生长发育和高产优质的基础。对于这方面的研究, 果树上研究较为全面。以叶片分析来判断植物营养成分状况的方法逐渐取代了简单依靠土壤分析的方法<sup>[37]</sup>, 通过研究树木叶片内各种营养的含量和研究它们的比例来指导施肥和其他管理措施, 使栗园管理和施肥更加科学化, 这项工作必须在确定标准叶样及叶内各主要矿质元素含量标准的基础上进行<sup>[38-40]</sup>, 即林木营养诊断的目的不

仅在于对林木营养的评价本身,其最主要目的是通过诊断为栗园施肥提供指导依据。自德国学者李比希 1840 年提出“矿质营养成分学说”及后来的“归还学说”和“最小养分律学说”后,开始了现代施肥理论和方法的研究。1847—1925 年间,欧洲用无机肥做了大量的试验;20 世纪 40 年代以来,国外在确定标准叶样及叶内各主要矿质元素含量标准上进行了大量的研究<sup>[40,41]</sup>;80 年代我国对油桐(*Vernicia fordii* (Hemsl.) Airyshaw)、板栗、枣树上也开始进行了一些施肥试验。但对板栗等干果类的施肥研究仍缺乏系统性,主要表现在:对不同树龄、不同立地条件下、不同经营管理措施的林木营养水平缺乏足够的了解,特别是对不同立地条件以及逆境对树木营养生理及生化代谢过程的影响的研究不够深入;对板栗叶分析和诊断、并通过诊断叶片分析指导施肥等方面的研究还很不成熟,标准也尚未建立<sup>[39]</sup>。而这类研究,对提高土地利用效率,改善土壤经营措施,确定合理施肥量,获得目标产量等有着重要的意义<sup>[42]</sup>。

土壤施肥方面的研究很多,其中包括施肥种类、施肥时期、施肥量和施肥方法等。对于施肥的种类,大多数研究者认为,板栗除需要施用有机肥和 N、P、K 肥外,还需要根据当地栗园的具体特点,适量施入如 B、Mn、Mg、稀土等微量元素肥料<sup>[1-3,37]</sup>。施肥时期应根据板栗生长和结果特性确定,一般认为施肥必须抓住 3 个时期:一是秋季果实采收期,采果后应多施厩肥、堆肥等有机肥料,以恢复树势,促进花芽分化,为来年丰产打下基础。据张力田研究,秋季果实采收期施肥,可使板栗结果枝上的雌花数量增加 12.7%,株产量可提高 1 倍多;二是春季发芽后的雌花发育期,这一时期追施速效氮肥,可促进雌花花芽分化,增加雌花数量,使枝叶生长旺盛,是提高当年产量的重要基础;三是幼树旺盛生长期,此时是板栗果实迅速发育、果内干物质积累以及果肉增加的关键阶段,增施速效氮、磷、钾肥可以促使果粒增大,果肉饱满<sup>[29,39,43]</sup>。栾向东等在对低产林的改造中,将施肥季节由冬季改为秋季,肥料种类由化肥、人粪肥改为鸡粪肥,加上深翻扩穴措施,结果在相似的立地条件下,株均树冠投影面积多 2.6 m<sup>2</sup>,1 m<sup>2</sup> 投影面积壮枝多 6.8 条,株均总棚多 111.2 个,空棚率低 14%,增加产量 1 923 Kg·hm<sup>-2</sup><sup>[42]</sup>。

近年来,在板栗施肥研究中,除施用有机肥和 N、P、K 肥外,还研究了根据各地的土壤条件状况,配入适量的 B、Mn、Fe、稀土等肥料。胡修文、彭方仁<sup>[43-45]</sup>根据板栗不同生长发育阶段的养分需求,研制了两种含有大量元素、微量元素等不同配方的小包装专用叶面肥(增产灵 1 号、2 号),但无机肥和生长素类对环境和产品品质的影响越来越受到人们的质疑。近年来板栗有机肥的研究和应用得到了迅速发展,吴碧英等<sup>[35,44]</sup>根据板栗需肥规律与优质高产的要求,以配方施肥与平衡施肥技术为基础,研制出板栗有机多元专用肥,该肥料除含有 N、P、K 基本营养元素外,还含有 B、Zn、Fe、Mn 微量元素与有机质、腐殖酸。通过试验证实,板栗有机多元专用肥增产非常明显,也提高了抗性,减少病虫害危害与落果数量,还能改善板栗果实营养品质,其中必需的氨基酸总量、苏氨酸、蛋氨酸等都比对照有很大的提高,十分有利于开发绿色保健食品,还有利于改良土壤、培育地力。

## 4 结语

土壤是植物生长之源,在亚热带地区形成 1 cm 的土壤,需要上百年的时间。在当前栗园生产中一个突出的问题就是栗园的水土保持不够重视。栗园的全面垦覆深挖,施用无机肥等,确实能使板栗的产量在一定的年限内有一定的提高,因而这一措施自觉和不自觉地在一些地方被群众运用了,甚至作为栗园生产经验被推广应用,但是急功近利的栗园生产管理方式,不

利于栗园乃至经济林产业的持续稳定发展和生态环境的改善,特别在山区和丘陵地区,全面垦覆造成的土壤侵蚀相当严重,有的地方细土已大量流失,只留下一些小石砾,土壤养分主要靠增施大量无机肥来维持,长期这样经营下去,甚至有石漠化的危险。因此有必要对栗园的垦覆、施肥等管理措施进一步开展深入研究,对栗园的土壤砍灌覆草、施有机肥以及混交栽培和其他一些经营措施也要进一步研究,以期使栗林生产能持续健康地发展。

### 参考文献:

- [1] 柳鏊. 世界板栗业及 21 世纪我国板栗发展的思考[J]. 河北林果研究, 1999, 14(1): 89~ 92
- [2] 姜国高. 板栗早实丰产栽培技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995
- [3] 王凤才. 板栗栽培技术[M]. 济南: 济南出版社, 1992
- [4] Luang L W. Evaluation of chinese chestnut cultivars for resistance to *Cryphonectria parasitica*[J]. Plant Disease, 1996, (1): 45~ 47
- [5] 张袖丽, 胡颖蕙, 檀华榕. 板栗品质的化学分析和评价[J]. 安徽农业科学, 1996, 24(4): 330~ 331, 334
- [6] 陈在新, 魏天才. 板栗的营养保健作用及其开发利用[J]. 农牧产品开发, 1999, (4): 4~ 5
- [7] 续九如, 张莉, 柳玉明, 等. 板栗不同品种果品分析初报[J]. 河北林业科技, 1998, (3): 6~ 9
- [8] Werner P, Waston H A. Determination of starch[J]. Methods in Carbohydrate Chemistry, 1994, 46(3): 88~ 94
- [9] 王永多. 漫话果品[M]. 沈阳: 辽宁人民出版社, 1981
- [10] 施必青, 王学勤, 颜务林, 等. 我国板栗研究文献分析[J]. 浙江林业科技, 2000, 20(3): 68~ 71
- [11] 刘建军. 林木根系生态研究综述[J]. 西北林学院学报, 1998, 13(3): 74~ 78
- [12] Kage H. Root growth of Cauliflower under unstressed conditions measurement and modeling[J]. Plant and Soil, 2000, (223): 131~ 145
- [13] Burch W H. Root system development of single and mixed plant functional type communities following harvest in a pine hardwood forest [J]. Can J For Res, 1997, (27): 1753~ 1764
- [14] 许林兵. 日本的果树生产与环保[J]. 世界农业, 1997, 223(11): 25~ 26
- [15] 郭旭东, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 低山丘陵区土地利用方式对土壤质量的影响[J]. 地理学报, 2001, 56(4): 447~ 455
- [16] 范宏伟. 山地板栗园覆草效应的研究[J]. 果树学报, 2002, 19(3): 180~ 183
- [17] 廖志文. 果园土壤覆盖的方式及作用[J]. 湖北农业科学, 1997, (5): 45~ 47
- [18] 胡正月, 胡美蓉, 朱一, 等. 生态果园建设与技术[J]. 江西园艺, 2000, (4): 3~ 5
- [19] 赵垦田. 国外针叶树种根系生态学研究综述[J]. 世界林业研究, 2002, 13(5): 7~ 12
- [20] Anderson C P. Effects of root zone temperature on root initiation and elongation in red pine seedling[J]. Can J For Res, 1986, 16(4): 696~ 700
- [21] 王中英. 栗园覆盖[J]. 世界农业, 1992, (8): 28~ 31
- [22] 高美英, 冀常军, 王中英, 等. 覆盖对果园土壤真菌数量年变化的影响[J]. 山西农业科学, 2000, 28(1): 46~ 48
- [23] 黄荣来, 束庆龙, 周根土, 等. 安徽主要经济林木栽培与管理[M]. 合肥: 安徽科技出版社, 1998
- [24] 杨浩. 农产品地质学及其发展前景[A]. 见: 全国地理学会. 80年代地质地球化学进展[M]. 重庆: 科学技术出版社重庆分社, 1990
- [25] 许天龙, 冯永巍, 吴智敏, 等. 我国板栗生产现状与发展对策[J]. 浙江林业科技, 2000, 20(5): 79~ 81
- [26] 吴黎明, 陈伟强, 胡伯智, 等. 板栗生长与土壤养分相关的研究[J]. 浙江林业科技, 2000, 20(5): 25~ 29
- [27] 毕坤. 论贵州茶叶品质与地质环境关系[J]. 贵州地质, 1997, 14(2): 105~ 120
- [28] 张宝志. 板栗不同树龄阶段脱落器官营养含量的变化[J]. 园艺学报, 1995, 22(2): 21~ 24
- [29] 杜国华. 板栗空蓬生理生化机制的研究[J]. 安徽农业科学, 1995, 23(2): 151~ 152
- [30] 王延训. 提高果品质量的技术措施在农业生产上的综合运用[J]. 北方园艺, 2000, (3): 17~ 19
- [31] 孙鲁平, 王数, 张凤荣. 燕山板栗品质与土壤特性的相关研究[J]. 土壤通报, 1998, 26(6): 267~ 269
- [32] 陈在新, 雷泽湘, 刘会宁, 等. 板栗营养成分分析及其品质的模糊综合评判[J]. 果树科学, 2000, 17(4): 286~ 289
- [33] 高真. 粮油品质分析与检验[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1995
- [34] 中国农科院. 中国果树栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1987

- [35] 吴碧英, 冯学渊, 张运东, 等. 板栗有机多元专用肥的研制与应用[J]. 林业科学研究, 1999, 12(6): 633~ 638
- [36] 张良富, 许成林, 江红六. 国内板栗空窿研究综述[J]. 林业科技开发, 2000, 14(2): 9~ 12
- [37] 李家康, 林葆, 梁国庆, 等. 对我国化肥使用前景的剖析[J]. 植物营养与肥料学报, 2001, 7(1): 1~ 10
- [38] 陈在新. 板栗高产的矿物营养基础[J]. 湖北农业学院学报, 1994(3): 36~ 39
- [39] 陈辉. 经济林木生物量与养分循环规律和营养研究概述[J]. 经济林研究, 1999, 17(3): 47~ 49
- [40] 查普曼 H D. 果树营养诊断标准[M]. 庄伊美, 江由译. 上海: 上海科技出版社, 1980
- [41] 高井康雄. 植物营养与技术[M]. 北京: 农业出版社, 1988
- [42] 栾向东, 房敏乔, 侯国泽, 等. 丘陵旱薄地板栗低产林综合改造技术试验研究[J]. 林业科技开发, 1999, 13(4): 26~ 27
- [43] 胡修文. 板栗叶面施肥与丰产[J]. 林业科技开发, 1991, ( 专辑): 17~ 19
- [44] 彭方仁. 板栗丰产栽培技术研究进展[J]. 林业科技开发, 1997, 11(3): 7~ 11
- [45] 彭方仁, 黄宝龙. 板栗密植园树冠结构特征与光能分布规律的研究[J]. 南京林业大学学报, 1997, 21(2): 27~ 31

## Advances in the Soil Research on Chestnut Field

XIAO Bin

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

**Abstract:** Based on the practice of chestnut production, it is very exigent and significant to intensify the soil management of chestnut forest. In the light of latest data domestic and abroad, the thesis sums up the relativity between the output and quality of chestnut forest and soil, as well as the factors such as chestnut forest cover and fertilization etc., which improve the soil status, in order to provide some references for choosing the chestnut field, managing the forest field to decrease water and soil erosion, improving the growing environment of chestnut, enhancing the output and quality of chestnut, increasing the economic and ecologic benefits of chestnut forest.

**Key words:** soil on chestnut field; chestnut forestry cover; output; quality