

鱼鳞有效成分提取技术的研究进展

吴锁连¹, 康怀彬², 李冬姣¹ (1. 鄂州职业大学医学院, 湖北鄂州 436000; 2. 河南科技大学食品与生物工程学院, 河南洛阳 471000)

摘要 论述了国内外关于鱼鳞有效成分的特性及提取技术的最新研究进展, 研究鱼鳞胶原蛋白、羟基磷灰石、卵磷脂、鸟嘌呤等提取工艺过程, 并分析不同提取方法, 为鱼鳞有效成分提取技术的进一步研究和综合开发技术提供理论依据。

关键词 鱼鳞; 有效成分; 胶原; 羟基磷灰石; 卵磷脂; 鸟嘌呤

中图分类号 TS201 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)27-0110-03

Research Progress on Extraction Technology of Effective Components in Fish Scale

WU Suo-lian¹, KANG Huai-bin², LI Dong-jiao¹ (1. School of Medical, Ezhou Polytechnic, Ezhou, Hubei 436000; 2. School of Food Engineering and Biotechnology, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471000)

Abstract The research of the category and extraction methods of effective ingredients of fish scale was reviewed at home and abroad. The extraction process of fish scale was studied, including collagen, hydroxyapatite, lecithin, guanine etc. The different extraction methods were analyzed to provide theory basis for further research and comprehensive development extraction technology of effective ingredients of fish scales.

Key words Fish scale; Effective components; Collagen; Hydroxyapatite; Lecithin; Guanine

我国是世界上水产品产量最高的国家, 近几年我国水产品总量一直在 6 700 万 t 左右。水产品在生产过程中, 会产生约占总重 30% 的下脚料, 其中约 5% 是鱼鳞^[1], 而大部分的下脚料会被制成饲料的原料——鱼粉或者直接丢弃, 污染环境, 对其中的有效成分尚未充分利用。为提高低附加值鱼的经济效益, 从鱼鳞中提取有效成分的研究十分必要。

从鱼鳞中可以提取胶原蛋白、羟基磷灰石、卵磷脂、鸟嘌呤等生化产品^[2], 而且提取的有效成分可以广泛用于功能性食品、生物医药和化妆品等领域, 具有良好的市场价值, 因此吸引了众多领域的学者共同参与对鱼鳞有效成分的提取研究中。目前报道的鱼鳞有效成分的提取, 主要是单一成分, 从经济和环境角度考虑, 鱼鳞的综合提取技术更适合当前工业化生产研究的需要, 笔者主要介绍目前鱼鳞有效成分提取的研究进展, 为更好地综合利用鱼鳞资源提供理论依据。

1 鱼鳞的组成和结构

鱼鳞与骨结构类似, 是由鱼类真皮层胶原质进化后, 形成的骨质衍生物^[3]。鱼鳞中含有大量无机和有机的有效成分, 其中有机物占 40% ~ 55%, 主要由大量的胶原蛋白、硬蛋白、卵磷脂、脂肪及多种维生素等组成; 无机物占 7% ~ 25%, 主要由羟基磷灰石和矿物盐类组成。2003 年, Ikoma T 等^[4]利用 TEM、SEM、X 射线衍射研究赤立鱼鳞结构, 发现鱼鳞是由三螺旋结构的 I 型胶原和羟基磷灰石共同形成的正交式多层薄片纤维板层结构, 其中胶原纤维被磷灰石黏附, 因此提取鱼鳞胶原蛋白之前, 鱼鳞必须脱灰脱钙, 除去有机杂质及金属元素, 而且脱钙越彻底, 胶原蛋白的质量越高。

2 鱼鳞有效成分的研究进展

2.1 鱼鳞胶原蛋白的提取

胶原蛋白是细胞外基质的一种

结构性蛋白质, 可作为结缔组织的黏合物质, 根据胶原蛋白的生物特性, 可通过化学降解或酶降解, 将胶原蛋白分离出来。提取过程: 先用 10% 的 NaCl 溶液浸泡清洗后的鱼鳞, 除去杂蛋白, 再用酸碱或 EDTA 脱钙, 脱钙后再用不同的浸提液提取, 可得到不同分子量的胶原蛋白, 等电点盐析沉淀、重新溶解后, 透析、冷冻干燥, 得到纯胶原蛋白。明胶的提取则是在提取过程中采用加热的方式, 使 I 型胶原的螺旋结构解开, 提取液再浓缩、干燥, 最后制得明胶。

2.1.1 鱼鳞脱钙。鱼鳞的脱钙方法, 主要采用酸法脱钙、EDTA 脱钙和其他物理辅助脱钙法(如超声波、微波)。酸法脱钙中常用盐酸、柠檬酸、乳酸等, 其中酸和底物浓度、脱钙温度和脱钙时间都会对鱼鳞脱钙率产生影响。黄煜等^[5]利用盐酸对罗非鱼鱼鳞脱钙, 工艺优化后, 脱钙率为 99.55%, 说明鱼鳞中的有机物杂质及金属元素可被盐酸脱除, 但是也发现盐酸脱钙易造成羟脯氨酸溶出, 影响胶原蛋白质量。涂宗财等^[6]以浸提液中羟脯氨酸和钙离子的含量作为评价指标, 试验显示高浓度盐酸会减少羟脯氨酸的溶出量, 因此脱钙液需要保持一定浓度的盐酸。彭元怀等^[7]利用柠檬酸对罗非鱼鱼鳞脱钙, 脱钙率达 96.13%。EDTA 脱钙是利用螯合剂进行脱钙, Pati F 等^[8]利用 EDTA 法对鱼鳞脱钙 48 h 后, 达到最大脱钙率。Ilona K 等^[9]比较酸法和 EDTA 法脱钙, 发现酸法脱钙更加快速有效, 但是胶原蛋白的流失量也更大, 而且利用酸法或 EDTA 法脱钙, 还会造成脱钙时间长或酸用量多, 不利于鱼鳞工业化生产。有学者利用微波、超声波等辅助法脱钙, 则提供了更安全高效的脱钙法。张颖洁等^[10]采用微波辅助 EDTA 法脱钙, 不仅提高了脱钙速率, 而且对胶原蛋白的特性影响小。

2.1.2 鱼鳞胶原蛋白及明胶的提取。酸法、碱法及酶法等是几种常见的胶原提取方法, 其中以水解度、提取率以及胶原蛋白的功能特性作为提取工艺的指标。鱼鳞胶原分为酸溶胶原蛋白(ASC)和酶溶胶原蛋白(PSC), 两者提取方法、感官性状和热稳定性不同, 但其结构相似。

2.1.2.1 酸法提取。酸法是在酸性环境下, 破坏胶原蛋白

基金项目 湖北省教育厅科学技术研究项目(B2017531); 鄂州职业大学校级课题(2016YBA51)。

作者简介 吴锁连(1977—), 女, 河南南阳人, 讲师, 硕士, 从事食品加工研究。

收稿日期 2017-07-26

分子的离子键和 Schiff 键,使胶原纤维膨胀、溶解,常见的酸有乙酸、柠檬酸、乳酸等。卢昭等^[11]利用乙酸提取草鱼鱼鳞的 ASC,试验显示,1 mol/L 的乙酸,提取温度 28 ℃,提取时间 25 h,提取率为 15.33%。曾少葵等^[12]利用柠檬酸提取罗非鱼鱼鳞明胶,优化条件:提取温度 65 ℃,提取时间 3.6 h,提取率为 28.4%。从经济的角度考虑,挑选出胶原蛋白提取率更高的酸十分有必要,王信苏等^[13]分别利用乙酸、柠檬酸、乳酸法提取草鱼鱼鳞的 ASC,工艺优化后,提取率分别为 45.82%、74.34%、49.31%,结果显示柠檬酸的提取率最高,而且柠檬酸无色无味,乙酸、乳酸味道较重,因此采用柠檬酸提取效果更佳。

采用酸法提取鱼鳞胶原蛋白,水解彻底,但色氨酸等氨基酸会被破坏,而且前处理还不能采用酸法脱钙,否则会引起部分杂蛋白残留,胶原蛋白中粗蛋白含量降低,后续纯化繁琐,并且酸液腐蚀设备,不利于工业化生产,可以考虑采用酸酶结合、超声波或微波辅助等方法优化。胡建平^[14]利用醋酸、盐酸、柠檬酸脱钙,以胃蛋白酶提取胶原蛋白,提取率大小依次为醋酸、柠檬酸、盐酸,提取率 73.32%。袁园等^[15]采用微波结合醋酸工艺,提取鱼鳞胶原蛋白,功率 400 W、提取时间 5 min,提取率为 41.37%,比单纯用醋酸提取时间更短、提取率更高。

2.1.2.2 碱法提取。碱法是根据胶原蛋白中含有的酸性及碱性基团,在碱性条件下,发生酸碱中和反应,引起胶原蛋白肽链断裂,胶原碱溶降解。碱法迅速且彻底,在交联程度比较高的骨胶原中运用较多,但是碱法生产周期长,生产率低,蛋白质易变性,有消旋现象,肽链易水解,等电点降低,因此碱法提取较少使用。碱法提取常用的提取剂有 CaO、Ca(OH)₂、Na₂CO₃ 等,其中碱液处理的时间、碱的浓度对碱法提取产生影响。顾娟娟^[16]通过酸法、碱法、酶法提胶比较得出,采用碱法处理的鱼鳞冻,提取率低、冻力小,不建议采用碱法提取鱼鳞胶原。

2.1.2.3 酶法提取。酶法提取仅展开而不改变胶原的三股螺旋结构,从而提高溶解度。酶法提取反应条件温和、速率高、时间短、无消旋现象。常见的酶主要有木瓜蛋白酶、碱性蛋白酶、胃蛋白酶等,而酶的用量、种类、料液比、提取时间、温度等因素会影响到胶原蛋白的提取,而且采用的辅助工艺也会影响其提取。酶解工艺分为单酶和多酶水解法。王春等^[17]利用木瓜蛋白酶水解罗非鱼鱼鳞,在酶浓度 2.5%、温度 50 ℃、酶解 5 h 的最优条件下,胶原蛋白提取率最高,而且持水性和泡沫稳定性较高。唐旭等^[18]采用从微生物中提取的碱性蛋白酶水解鱼鳞,在温度 60 ℃,酶解 1.5 h,酶量 3%,底物 10% 条件下,水解度为 32.38%,酶解物分子量主要集中在 1~6 ku,分子量较小,可应用于化妆品中。Ikoma T 等^[19]利用 EDTA 法脱钙,胃蛋白酶水解鱼鳞,提取到超过 33.6% 的含氨基乙酸的胶原蛋白。为了获得最高的提取率,许多学者对若干种酶的酶解效价做对比,以便选择出最佳的酶,胡建平等^[20]利用多种酶分别水解白鲢鱼鳞,提取率大小依次为胃蛋白酶、木瓜蛋白酶、胰蛋白酶。

采用多酶水解,其酶解产物多肽和混合氨基酸分子量相对较小,活性高,提取率增加,但是水解产物苦味较强。陈露^[21]通过研究分步酶解试验,确定最佳组合为依次加入胃蛋白酶、木瓜蛋白酶、中性蛋白酶提取胶原蛋白,水解度为 55.74%,多肽含量为 164.67 mg/g。王彦蓉等^[22]将 2 种酶($m_{\text{Alcalase}}:m_{\text{PTN}}=1:2$)混合使用时,酶解率最高,水解度为 13.24%,蛋白回收率为 96.37%,肽得率为 83.13%。采用微波或超声波、微细粉碎等辅助方法提取胶原蛋白,也可以有效地提高胶原蛋白的提取率,胡建平^[23]利用超声波与胃蛋白酶结合的方法提取胶原蛋白,超声时间 230 min,酶量 350 mg/g,料液比 1:45 (g/mL) 时,提取率为 28.53%。胡方园^[24]利用 Alcalase 酶解鳙鱼鱼鳞,分别采用超声波、微波、微细粉碎预处理,微细粉碎处理的样品酶解效果最好,水解度 24.22%、蛋白回收率 95.76%。

2.2 羟基磷灰石 鱼鳞中无机物成分主要为羟基磷灰石(HAP)和磷酸钙。HAP 具有良好的生物相容性和活性,可用于修复和替换生物硬组织;它还可以吸附重金属,可应用于废水处理领域。

羟基磷灰石的制备。从鱼鳞中提取 HAP 的报道不多,目前主要采用高温煅烧法、碱溶法、酸溶加碱合成法。高温煅烧法是利用高温煅烧已经去除胶原的鱼鳞,制成亚微米级的 HAP。高温煅烧制备 HAP 时,需要严格控制煅烧温度,当温度偏高,HAP 易转变成缺氧 HAP,虽然仍保持 HAP 的晶体结构,但生物活性会降低。Sawa 等^[25]将清洗干净的鱼鳞,用热 KOH 溶液处理,干燥,900 ℃ 煅烧 1 h,冷却后获得羟基磷灰石。不同种类鱼鳞高温煅烧产生的 HAP,钙磷摩尔比不同,Huang 等^[26]依次用蛋白酶和风味酶酶解后,在 800 ℃ 下煅烧 4 h,提取 HAP 的钙磷比为 1.76,且多孔性和表面粗糙度增加。

2.3 卵磷脂 卵磷脂是一种不溶于丙酮,溶于乙醇的磷脂混合物,可以有效地改善神经功能、防止心血管疾病和抗衰老等。提取工艺:先用丙酮萃取鱼鳞,再用乙醇对丙酮滤渣进行溶解,回收滤液,再用大量丙酮将卵磷脂沉淀出来,获得卵磷脂粗品。吴继魁等^[27]在 25 ℃ 下搅拌萃取 1 h,料液比 1:20 (g/mL),乙醇浓度 85%,获得最高提取率。采用微波等辅助方法,提高卵磷脂提取率,高梦祥等^[28]利用微波辅助萃取白鲢鱼鳞中卵磷脂,95% 乙醇用量 50 mL/g,提取时间 4 min、功率 240 W,卵磷脂的提取量为 23.87 mg/g。国外也有学者采用新的提取方法,美国圣地亚哥研究中心采用钛-氮针以振动 20 000 次/s 的速度刺破鲤鱼鱼鳞细胞,打断磷脂分子结构,提取卵磷脂。

2.4 鸟嘌呤 鸟嘌呤存在于鱼鳞的细胞原生质中,可以合成抗恶性肿瘤药物 6-TG。首先将鱼鳞放入耐酸反应罐中,加入 HCl、表面活性剂 T 后,加热水解,然后过滤、静置结晶,最后脱色提纯可得硫鸟嘌呤,其中盐酸浓度、表面活性剂量、提取温度、时间会影响到鸟嘌呤的提取率。曾晓丹等^[29]从草鱼鱼鳞中提取鸟嘌呤,盐酸 5.0 mol/L,提取温度 98 ℃,提取 2 h,提取率为 0.39%。

2.5 硬蛋白 提取胶原蛋白后的鱼鳞,还含有一定量的不溶于水、盐、稀酸或稀碱的鱼鳞硬蛋白,在动物体内作为结缔组织的重要组分而存在。硬蛋白缺少个别必需氨基酸,营养价值相对较低,而且分子量大,难以被动物直接吸收。可采用 Na_2S 或 NaHS 和酸处理,制得可溶性硬蛋白,提取率与鱼鳞的种类和粉碎程度相关。也可采用生物活性比较强的胰蛋白酶或木瓜酶,将硬蛋白酶解成可吸收的小分子蛋白肽,真空喷雾干燥,制成饲料蛋白粉。陈丽娟等^[30]将鲤鱼鱼鳞的硬蛋白酶解后,添加色氨酸,制成具有良好营养价值的多量蛋白。

2.6 其他提取物 糖缀合物具有还原性和抗脂质过氧化性,主要从海洋动物中提取,淡水鱼类多糖的研究较少,曹东旭等^[31]利用碱法提取鲤鱼鱼鳞中的糖缀合物,0.3 mol/L NaOH 溶液、料液比为 1:5、室温提取 18 h,获得最高提取率,提取糖缀合物后的鱼鳞还可以继续脱钙,提取胶原蛋白,有利于鱼鳞的综合利用。鱼鳞表面有金属光泽的纯银白色物质——鱼银,可运用于生化制剂和油漆行业,并且提取鱼银后的鱼鳞还可继续加工成鱼粉,实现经济效益最大化。

3 鱼鳞综合提取

鱼鳞的综合提取作为新的研究方向,我国在此方面做出了相应的探索,曾芳^[32]研究了鱼鳞明胶与羟基磷灰石的联产工艺,为鱼鳞综合提取研究迈出重要的一步。王希搏^[33]建立了柠檬酸钙、胶原蛋白联产工艺,并设计了工厂生产流程及关键控制点,为鱼类工业化生产提供理论依据。

在鱼鳞有效成分的提取过程中,会产生大量的含有营养物质和功能性成分的副产物,例如鱼鳞提取胶原蛋白以后,产生 40% 左右的残渣可以制成羟基磷灰石或可溶性硬蛋白;鱼鳞脱钙后,产生大量的含有磷酸氢钙废液制成饲料添加剂。王南平等^[34]在脱钙后的废酸液中加入 NaOH ,提取磷酸氢钙,磷酸氢钙的磷含量为 14.98%,钙含量为 22.62%,钙磷比 1.51。这些副产物的综合利用,既可以有效节约资源保护环境,也提高鱼鳞经济价值。

4 鱼鳞应用前景

目前鱼鳞的提取技术也有很大的发展,但是提取工艺还存在许多需要改进的地方,如酸法提取步骤过于繁琐,且提取物偏酸性,不利于在医药食品、化妆品等工业的运用。酶法提取虽然操作简单,但水解产物中含有苦味肽,后续加工中需去除苦味,不利于食品工业的加工利用,而且酶解时的酸性条件,可能会影响胶原蛋白的特性。分子量在 2 ku 以下的胶原蛋白才可以被皮肤吸收,但是胶原蛋白很少达到如此小的分子量水平,不利于胶原蛋白在化妆品业的使用。鱼鳞会富集重金属,在提取此类产品时,要注意鱼类的产地、生长环境等外在因素。笔者在前人研究的基础上,探寻新的、更加快捷的提取方法,加大鱼鳞有效成分的提取研究,对提高我国水产品附加值、促进鱼鳞胶原蛋白、羟基磷灰石等的工业化生产具有重要的经济意义。以上所述的有效成分的提取技术可作为鱼鳞开发利用的理论依据,同时也为渔业的可持续发展提供技术支持。

参考文献

- [1] 段蕊,周银铃,张艳. 滴定法监控鱼鳞脱钙过程的研究[J]. 淮海工学院学报(自然科学版),2004,13(2):54-56.
- [2] 何兰. 鱼鳞胶原的制备与开发应用前景[J]. 水产科技情报,2007,34(5):210-212.
- [3] SAWA H, TAKENAKA A, AOKI K. Use of fish scales[J]. Phosphorus letter, 2001(41):31-34.
- [4] IKOMA T, KOBAYASHI H, TANAKA J, et al. Microstructure, mechanical, and biomimetic properties of fish scales from *Pagrus major*[J]. Journal of structural biology, 2003,142(3):327-333.
- [5] 黄煜,王茵,阮伟达,等. 响应面法优化鱼鳞脱钙工艺的研究[J]. 福建水产,2012,34(2):127-133.
- [6] 涂宗财,沙小梅,王辉,等. 鲮鱼鱼鳞酸法脱钙[J]. 食品与发酵工业,2012,38(2):106-110.
- [7] 彭元怀,刘小美,李杏清. 柠檬酸法鱼鳞脱钙的工艺研究[J]. 食品工程,2012(21):132-135.
- [8] PATI F, ADHIKARI B, DHARA S. Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability[J]. Bioresource technology, 2010,101(10):3737-3742.
- [9] ILONA K, ELZBIETA S, MARIA S, et al. Effect of extracting time and temperature on yield of gelatin from different fish offal[J]. Food chemistry, 2008,107(2):700-706.
- [10] 张颖洁,曾庆孝,叶凤麟,等. EDTA 微波快速脱钙法在鱼鳞脱钙中的应用[J]. 食品工业,2007(1):42-44.
- [11] 卢昭,李立祥,张雁飞,等. 草鱼鱼鳞酸性胶原蛋白提取工艺参数的研究[J]. 食品科技,2013,38(5):250-254.
- [12] 曾少葵,刘坤,吴艺堂,等. 脱钙罗非鱼鱼鳞明胶提取工艺优化及其理化性质[J]. 南方水产科学,2013,9(2):38-44.
- [13] 王信苏,汪之和. 草鱼鱼鳞胶原蛋白的提取[J]. 现代食品科技,2006,22(4):148-150.
- [14] 胡建平. 鱼鳞胶原蛋白的酸法提取及性质研究[J]. 食品科技,2012,37(11):141-148.
- [15] 袁园,胡建平. 微波法提取鱼鳞胶原蛋白及其性质研究[J]. 湖北农业科学,2012,53(3):662-664.
- [16] 顾杨娟. 草鱼鱼鳞冻的制备及其性质研究[D]. 上海:上海海洋大学,2013.
- [17] 王春,周莉,周天,等. 木瓜蛋白酶提取罗非鱼鱼鳞胶原蛋白的研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(3):1291-1292.
- [18] 唐旭,杨丽虹,吴琴琴,等. 碱性蛋白酶水解海洋鱼鳞工艺改进[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2012,51(6):1097-1101.
- [19] IKOMA T, KOBAYASHI H, TANAKA J, et al. Physical properties of type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus*[J]. International journal of biological macromolecules, 2003,32(3/4/5):199-204.
- [20] 胡建平,吴琦,陈惠. 鲢鱼鳞胶原蛋白的制备及性质研究[J]. 食品科技,2010,35(1):230-238.
- [21] 陈露. 鲤鱼鱼鳞胶原蛋白肽的制备工艺和分析[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2013.
- [22] 王彦蓉,崔春,赵谋明,等. 罗非鱼鱼皮鱼鳞蛋白的酶解及超滤分离[J]. 食品与发酵工业,2011,37(9):133-136.
- [23] 胡建平. 鱼鳞胶原蛋白的超声波提取及体外抗氧化作用的研究[J]. 食品工业,2013,34(2):57-60.
- [24] 胡方园. 酶法制备鲮鱼低聚肽及其抗氧化活性分析[D]. 无锡:江南大学,2012.
- [25] SAWA H, TORII T, NAKATA H, et al. Separation of hydroxyapatite from scales of fish[J]. Journal of the society of materials science, 1996,45(4):455-458.
- [26] HUANG Y C, HSIAO P C, CHAI H J. Hydroxyapatite extracted from fish scale: Effects on MG63 osteoblast-like cells[J]. Ceramics international, 2011,37(6):1825-1831.
- [27] 吴继魁,张俊玲. 草鱼鱼鳞中提取卵磷脂的最佳工艺[J]. 上海海洋大学学报,2005,14(4):428-431.
- [28] 高梦祥,刘甜力. 微波辅助浸提鱼鳞卵磷脂的工艺研究[J]. 食品与机械,2006,22(4):16-18.
- [29] 曾晓丹,张盈娇,夏陈,等. 草鱼鱼鳞提取鸟嘌呤的工艺和质量研究[J]. 现代农业科技,2012(1):15-16.
- [30] 陈丽娟,吴文惠,王南平,等. 鲤鱼鱼鳞硬蛋白的营养学评价[J]. 饲料研究,2011(9):63-66.

表 7 各县土壤中微量元素含量平均值

Table 7 Average of microelement in tobacco planting soil in several counties of Shiyan

mg/kg

区域 Area	有效锌 Available Zn	氯 Available Cl	有效硼 Available B	有效铜 Available Cu	有效锰 Available Mn	有效铁 Available Fe
房县 Fangxian	1.07	15.43	0.34	1.24	21.48	42.08
竹山 Zhushan	0.76	7.86	1.02	1.00	—	—
竹溪 Zhuxi	0.94	10.72	0.48	1.15	25.16	45.69
郧西 Yunxi	1.96	16.13	0.3	1.18	28.54	30.91

3 结论

通过分析十堰市植烟土壤现状发现以下问题:一是不同区域之间肥力差异较明显,各养分最大值和最小值差异较明显,这与十堰市山区特殊地形有关,导致精准施肥难以落实到位。二是虽然全市土壤平均 pH 处于适宜状态,但土壤存在酸化趋势,这与大量化学肥料特别是生理酸性肥料(硫酸钾)的施用有关。土壤酸化对烟株的生长会产生不利影响,不利于其根系生长发育,进而对烟株的生长表现出抑制的现象,同时烟田酸化会加剧烟草病害的发生率,进而造成烟草减产,并且影响烟叶品质^[16]。三是部分区域植烟土壤有机质和碱解氮含量较高,要严格控制氮肥施用水平,防止植烟土壤过量供氮,造成烟叶贪青晚熟,难以正常落黄。四是植烟土壤速效磷含量总体较丰富,但个别区域缺磷较严重,对缺磷土壤,应适当增施水溶性含量高的磷肥,以满足烟草生长前期对磷素的需要。五是植烟土壤有效钾处于缺乏或极缺乏状态,应重视钾肥施用,增加肥料配比中 N:K 比例,特别是在烟叶生长后期利用硝酸钾进行追肥。六是植烟土壤中有有效锌、氯、有效硼、交换性镁处于适宜状态,但是不同区域存在差异,在烟叶生产中必须结合情况进行添加。七是植烟土壤中有有效硫、交换性钙、有效铜、有效锰、有效铁处于偏高状态,在烤烟生产中要减少硫酸钾、含有钙和铜等的肥料使用。

针对秦巴山烟区以上问题,结合土壤分析,十堰市的烤烟养分管理应根据植烟土壤养分含量状况,结合当地种植烤烟特点,适当增施有机肥,提高土壤缓冲能力,使土壤 pH 在自然条件下不会因外界条件改变而剧烈变化;采取降氮、控磷硫、增钾、适当补施微肥的原则,在养分投入时间上,应根据作物需肥规律合理分配基肥与追肥,从而实现作物高产和养分的高效,同时要注重改善水肥条件,优化专用肥配方,调整施肥方法,为烟草生长创造一个良好的土壤生态环境,进一步提高烟叶质量和可用性;另外,适宜的农艺措施,也可以对土壤起到有效的改良作用,如深耕冻炕,能有效改善土壤

团粒结构,同时对酸化烟田而言,可以采用免耕覆盖秸秆栽培技术或地膜覆盖技术来延缓土壤酸化。

总之,土壤改良任重道远,需要多种方法并用,非单一方法可以有效解决,需要多年的时间才能看到效果,必须切合实际地选择适宜的方法,做到精准改良,以保护当前优质烟叶生产土壤,促进绿色烟叶生产,实现烟叶可持续发展。

参考文献

[1] 谢鹏飞,邓小华,何命军,等. 宁乡县植烟土壤养分丰缺状况分析[J]. 中国农学通报, 2011,27(5):154-162.

[2] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京:中国农业出版社,2000.

[3] TEPHENSON M G,PARKER M B,GAINES T P. Manganese and soil pH effects on yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Tobacco science, 1987,31:104.

[4] 杨继龙,刘阳,王远林,等. 竹溪县烟田土壤酸碱度调查[J]. 安徽农业科学,2016,44(20):118-119,137.

[5] 夏玉珍,张晓海,吴伯志. 我国植烟土壤改良技术的研究进展[J]. 农业网络信息,2005(12):115-118.

[6] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等. 叶面喷施硼肥对烤烟农艺性状和经济性状的影响[J]. 土壤肥料,2005(4):19-21,32.

[7] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海:上海远东出版社, 1993:386-394.

[8] 邓小华,周冀衡,赵松义,等. 湖南烤烟硫含量的区域特征及其对烟叶评吸质量的影响[J]. 应用生态学报,2007,18(12):2853-2859.

[9] 周米良,邓小华,刘逊,等. 湘西植烟土壤交换性钙含量及空间分布研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(18):9697-9699.

[10] 周冀衡,朱小平,王彦亭,等. 烟草生理与生物化学[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1996:198,217.

[11] 刘逊,邓小华,周米良,等. 湘西烟区植烟土壤氮含量及其影响因素分析[J]. 水土保持学报,2012,26(6):224-228.

[12] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等. 叶面喷施硼肥对烤烟农艺性状和经济性状的影响[J]. 土壤肥料,2005(4):19-21.

[13] 黎娟,周清明,邓小华,等. 湘西植烟土壤有效铜含量及分布规律研究[J]. 北京农学院学报,2013,28(1):4-7.

[14] 许自成,王林,关博谦,等. 湖南烟区烤烟锰与土壤有效锰含量的分布特点及关系分析[J]. 中国烟草学报,2007,13(5):27-32.

[15] 刘逊,黎娟,周米良,等. 湘西植烟土壤有效铁含量及变化规律研究[J]. 作物研究,2013(4):325-328.

[16] 张东,扈强,杜咏梅,等. 植烟土壤酸化及改良技术研究进展[J]. 中国烟草科学,2013,34(5):113-116.

(上接第 112 页)

[31] 曹东旭,袁博,刘安军,等. 鱼鳞中糖缀合物的体外抗氧化活性研究[J]. 食品研究与开发,2007,28(11):151-154.

[32] 曾芳. 鱼鳞胶原蛋白、明胶和羟基磷灰石综合提取研究[D]. 南昌:南昌大学,2013.

[33] 王希搏. 鱼鳞有机酸钙、胶原蛋白及胶原多肽联产工艺与工厂设计[D]. 武汉:华中农业大学,2013.

[34] 王南平,何兰,曹俊,等. 鱼鳞综合开发利用工艺与设备综述[J]. 渔业现代化,2014,41(1):46-52.