

烟叶安全性影响因素及其关键农业 控制技术研究进展

潘义宏, 周丽娟, 王娟, 邓国宾, 张晓龙*, 资文华, 王涛

(云南瑞升烟草技术(集团)有限公司, 云南 昆明 650106)

摘要: 随着人们对吸烟与健康问题的日益关注, 提高烟叶安全性已成为烟草行业生存与发展的共同目标。为了更有效地控制烟叶生产过程中烟叶内源有害物质、农药残留、重金属等对吸烟者健康的威胁, 全面提高烟叶的安全性, 综述了影响烟叶安全性的主要因素、有害物质的来源和危害以及相应的关键农业控制技术和措施, 并对中国烟叶原料的安全性生产提出了建议, 为今后该方面进一步研究提供参考。

关键词: 烟叶; 安全性; 影响因素; 措施; 农药残留; 重金属

中图分类号: X954 S435.72 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2013)05-0005-07

Progress on Factors Influencing Tobacco Safety and Its Key Agricultural Control Technology

PAN Yi-hong, ZHOU Li-juan, WANG Juan, DENG Guo-bin, ZHANG Xiao-long*,

ZI Wen-hua, WANG Tao

(Yunnan Reascend Tobacco Technology (Group) Co., Ltd., Kunming 650106, China)

Abstract: With growing attention on smoking and health in recent years, enhancing the security of the tobacco has become the major direction of the existence and development in tobacco industry. In order to effectively reduce the threat to the health of smokers from endogenous harmful substances, pesticide residues and heavy metals in tobacco leaves during the production process, as well as to improve the security of the tobacco generally, this paper summarized the main factors influencing tobacco safety, the sources and risks of harmful substances and the corresponding key agricultural control technology and measures. In addition, some advice was given to improve the safety production of the tobacco leaf raw materials in the paper, which provided references for further study of tobacco safety.

Key words: tobacco leaf; safety; influence factor; measure; pesticide residues; heavy metals

自 20 世纪 50 年代以来, 随着全球性反吸烟运动的发展和人们对吸烟与健康问题的日益重视, 提高烟叶及其制品的安全性已成为烟草行业生存与发展的共同目标。烟叶安全性指烟叶在燃吸时对人体健康的危害程度, 直接影响到烟草制品的安全性, 关系到吸烟者的身体健康^[1]。烟草农业是烟草生产的源头, 是保障优质烟叶生产的基础, 对烟草安全性有

着至关重要的作用。从源头上抓好原料生产、全面降低烟叶有害成分、提高烟叶安全性是烟草行业非常重要的一项工作, 也是烟草行业发展的必然之路。目前, 通过卷烟工业工艺技术提高烟叶安全性已有诸多报道, 而利用农业生产关键控制技术提高烟叶安全性的研究相对较少。鉴于此, 综述了影响烟叶安全性的因素及关键农业控制技术, 以期为提高烟

收稿日期: 2012-11-05

作者简介: 潘义宏(1983-), 男, 云南大理人, 助理工程师, 硕士, 主要从事烟叶原料相关研究。E-mail: pyh198311@126.com *

通讯作者: 张晓龙(1978-), 男, 云南嵩明人, 工程师, 博士, 主要从事烟叶原料相关研究。

E-mail: zhangxiaolong@reascend.com

叶安全性提供参考。

1 影响烟叶安全性的因素

1.1 农业生产措施

烟叶内源有害物质较多,主要有烟气焦油、烟碱、TSNA(烟草特有的亚硝胺)等,这些物质严重影响着吸烟者的健康。一些农业生产措施对烟叶中这些有害物质的含量有显著影响,进而影响烟叶的安全性。

1.1.1 施肥技术 钾肥是烟叶生产中的重要肥料,对烟叶安全性有较大影响。研究表明,钾含量较低的植烟土壤中,烟叶烟气中的焦油含量在一定范围内随着钾肥施用量的增加而逐渐减少^[2]。罗军^[3]的研究也表明,增加植烟土壤钾肥施用量是提高烟叶安全性的有效途径之一。

氮肥施用量也是影响烟叶安全性的主要因素之一,过多施用氮肥会导致烟叶生物碱含量的增加^[4]。国外相关研究也发现,过高的施氮量与烟叶内 TSNA、生物碱的含量呈正相关^[5-6]。

1.1.2 打顶抹杈 烟株经过打顶去除顶端优势,可以改变烟叶对养分的吸收^[3]。因此,不同的打顶方式和时期对烟叶化学成分有一定影响。Chaplin^[7]研究发现,打顶会影响烟叶化学成分及烟气总粒相物(TPM)的含量,晚打顶或不打顶烟叶中生物碱及 TPM 的含量较低,而在早打顶烟叶中这 2 种物质含量较高。

1.1.3 烟叶成熟度 烟叶的成熟度会影响烟叶体内亚硝酸盐、硝酸盐和生物碱的含量,并影响细胞透性,进而影响烟叶 TSNA 含量^[4]。研究发现,调制后烟叶中 TSNA 含量表现为过熟烟叶>成熟烟叶>未熟烟叶^[8]。Walker^[9]研究发现,随着烟叶成熟度增加,烟叶总氮、总挥发碱和叶绿素含量相应减少。Hwang 等^[10]研究表明,烤烟从未熟至成熟阶段,烟叶中总植物碱、氨态氮、总氮、石油醚提取物等含量显著减小,淀粉、还原糖、总糖含量逐渐增加,而成熟到过熟阶段以上各物质含量的变化趋势则相反。

1.1.4 采收调制 由于新鲜烟叶细胞内各类大分子物质被细胞膜隔离,在调制前不能相互反应生成 TSNA,因此,调制前的青烟一般不含有 TSNA^[4]。研究表明,TSNA 的有效积累与调制过程中细胞膜的破坏同步^[11]。当烟叶晾制 2 周后,随着烟叶水分的散失,膜透性迅速增大,细胞内物质外渗,在晾制第 3 周 TSNA 的形成和积累达到高峰。Chamber-

lain 等^[12]研究指出,不科学的烘烤方式将导致烟叶体内形成较多的 TSNA。Anderson 等^[13]研究发现,在高温、高湿的晾制条件下,烟叶中 TSNA 含量会增加几十甚至上百倍。因此,采用科学的调制技术对保证烟叶的安全性具有重要作用。

1.2 农药残留

烟草病虫害的发生是影响我国优质烟叶生产的重要因素。据不完全统计,我国烟草每年因病害造成的直接经济损失在 7 亿元以上。据全国烟草侵染性病害调查和全国烟草昆虫调查发现,我国的烟草侵染性病害有 68 种,害虫 200 多种^[14],其中危害较重并经常发生的病虫害主要有病毒病(烟草花叶病毒病、黄瓜花叶病、马铃薯 Y 病毒病)、黑胫病、青枯病、赤星病、根结线虫病等。病虫害的防治以施用各种化学农药为主,广泛、大量和长期使用化学农药易造成烟叶中农药残留增加、病虫抗性增强,严重影响烟叶的安全。

1.2.1 烟草农药残留限量标准 烟草中存在微量的农药残留是允许的,但不应该对人类健康产生不良影响,即不超过农药残留最大限量(maximum residue limit, MRL)^[15]。目前,美国、德国、西班牙、意大利等国家制定的烟草农药残留国家标准,对卷烟和烟叶中农药残留最高限量做出规定的农药有 151 种^[16]。我国目前虽然还未建立烟草农药残留最高限量标准,但农药残留限量标准往往参照国外烟草农药残留限量标准或水果蔬菜农药残留限量标准而确定。另外,国家烟草专卖局也已提出以控制烟叶农药和重金属残留为核心的“无公害烟叶生产技术”。

1.2.2 烟叶原料中农药残留的来源

1.2.2.1 烟叶病虫害的防治 烟草病虫害的防治中大量使用农药,这些农药大多直接喷洒在烟叶表面或通过拌土、灌根的方式施入,进而造成烟叶农药残留。烟草的农药残留受使用的农药品种、剂型、浓度、施药方法及次数、气象条件、施药时间等不同因素的影响^[17]。烤烟生产中使用的农药种类非常多,科学正确地使用国家允许的农药不会或较少产生烟叶农药残留;违反农药使用规定、滥用国家明令禁止用于烤烟生产的高毒、剧毒农药,或者违反安全间隔期规定,在接近收获期使用农药,都会造成农药在烟叶中的直接残留,严重影响烟叶安全。调查发现,目前我国烟叶农药残留主要以有机磷农药残留为主^[18]。

1.2.2.2 除草剂的使用 烟田中生长的杂草以其自身的优势与烟株争夺养分,严重影响烤烟的正常

生长。烟田发生的杂草种类较多,仅贵州省烟田中的杂草就有 29 科 147 种,福建烟田中有 55 科共 290 种^[19]。目前,烟田中杂草的去除主要是施用除草剂。为了在较短时间内去除杂草,烟农常采用减少施药次数、加大施药剂量等措施,不可避免地使一些除草剂喷洒在烟叶表面而造成除草剂在烟叶中的残留,同时,一部分除草剂进入植烟土壤,通过烟株根系进入烟叶组织内部造成残留。

1.2.2.3 不合格肥料的施用 烤烟生长需要大量的营养,这些营养除了来源于植烟土壤外,部分需要通过施用肥料来提供。相关报道指出,2010 年全国复合肥料施用量由 2000 年的 917.7 万 t 增长为 1 798.5 万 t,占化肥消费总量的 32.3%^[20],其中,一些不合格的复合肥料中含有少量的农药残留^[18],其大量施用会使肥料中残留的农药通过烟株根系进入烟叶。

1.2.2.4 抑芽剂的使用 为了去除烟叶顶端优势,控制腋芽的生长,烟叶生产中常采用打顶抹杈的措施。由于人工打顶抹杈费时费力,目前烟区主要使用抑芽剂进行化学抑芽。化学抑芽剂 MH 因抑芽效果较好而得到长时间的广泛使用^[21]。但研究发现,使用 MH 后,其在烟叶中发生了严重的残留问题^[22]。美国环境保护机构研究发现,MH 对人畜有诱变性和致癌性,但目前该产品仍在许多国家和地区的烟叶生产中使用。

1.2.2.5 环境污染 防治病虫害时喷洒的农药造成土壤农药残留,通过烤烟根系被转移至烟叶中造成农药残留^[23]。研究发现,世界范围内大规模滥用农药导致许多河流和湖泊受到不同程度的污染^[25],而使用农药污染的水源对烤烟进行灌溉也会不同程度地导致烟叶农药残留。大量喷施农药后一小部分农药扩散到大气中,以及农药厂有毒有害废气的任意排放、农药的挥发等均会造成农药在大气中的残留,进而通过沉降的方式造成烟叶农药残留。另外,一些难降解已被禁用的农药如六六六、滴滴涕等,目前在全球许多水源、土壤、大气中仍被检出^[26-27],烤烟生产不可避免地会受到影响。

1.3 重金属残留

重金属的大量累积会抑制烟株的生长、发育,降低烟叶品质。烟叶中的重金属随烟气进入人体,严重影响人体健康^[28]。研究发现,工业中产生的废气、废水、废渣是烟草重金属污染的主要来源,重金属主要通过大气沉降、污灌、工厂污水排放、复合肥料的施用及农药的施用等途径在烟株内进行积

累^[29]。目前大都认为,重金属通过土壤进入烟草组织内部并造成残留是烟叶重金属污染的主要途径。

1.3.1 我国烟草中重金属含量情况

研究发现,山东五莲烟叶中 Pb、Hg、Cd 的平均含量分别为 0.76、0.027、0.46 mg/kg^[30]。张艳玲等^[31]分析了 20 个烤烟主产区中烟叶重金属含量发现,As、Pb、Cd 的平均含量分别为 0.53、2.89、2.95 mg/kg,该研究还得出,由于环境和地域的差异,不同烟区烟叶重金属含量之间有显著差异,Pb 和 Cd 可能是目前烟叶受污染的主要重金属元素。与其他烟区相比,我国西南烟区烟叶 Cd 的平均含量较高^[32]。由于土壤性质不同,我国南方烟叶中重金属含量高于北方^[31]。因此,有效控制烟区植烟环境中的重金属是烟草中重金属减害的关键。

1.3.2 重金属对烟草的影响

1.3.2.1 重金属对烟株生长发育的影响 植物对逆境会有应激反应,低浓度重金属促进烟草生长,高浓度重金属则会抑制烟草生长。研究表明,随着 Cr 浓度的增加,烟株的根长、干质量、鲜质量和株高被显著抑制,当浓度到达 800 $\mu\text{mol/L}$ 时,烟株的生长发育被完全抑制^[33]。王学锋等^[34]发现,随着植烟土壤中 Pb 含量的增加(0~2 500 mg/kg),烟株受害症状逐渐加重,除对照(0 mg/kg)外,各 Pb 含量处理 30 d 后烟株均出现不同程度的失绿现象,处理 45 d 后烟株株高被显著抑制。袁祖丽等^[35]通过添加不同浓度 Cd 的水培试验表明,随着添加 Cd 浓度的增加,烟株叶片变小、数量减少,根系和株高受到显著抑制,显著影响了烟株对所需元素的吸收,最终使烟株生物量显著降低。

1.3.2.2 重金属对烟株生理生化的影响

1.3.2.2.1 烟叶酶活性 重金属对烟叶酶活性有较大影响。李荣春^[36]研究了 Pb、Cd 对烟叶过氧化氢酶的影响,结果表明,不同浓度的 Cd 均强烈抑制烟叶过氧化氢酶的活性;而低浓度的 Pb 显著提高过氧化氢酶的活性,随着 Pb 浓度不断升高,过氧化氢酶活性被显著抑制。严重玲等^[37]的研究表明,Hg 和 Cd 对烟叶活性氧清除系统均能产生显著胁迫,导致烟叶中酶活性比例失调、超氧自由基大量积累,最终使细胞受到伤害。马新明等^[38]通过室内盆栽试验发现,土壤中的 Cd 能显著抑制烟草叶片和根中的 ATP 酶活性,且 ATP 酶活性对 Cd 的反应较为敏感。

1.3.2.2.2 烟叶叶绿素 光合作用对植物生长具有不可替代的作用。植物叶片的叶绿体是光合作用

的细胞器,叶绿素含量的多少对烟叶正常生长发育具有重要影响。研究发现,随着 Pb、Cd 添加浓度的增加,生长过程中烟叶叶绿素含量逐渐减少,表明这 2 种重金属能加速烟叶老化^[37]。相关研究表明,随着重金属(Pb、Cd、Hg 等)添加浓度的增加,烟叶叶绿素 a/b 值及叶绿素含量逐渐减少,烟叶的光合作用受到显著抑制^[39]。此外,一些研究也发现,低浓度重金属能促进烟叶中类胡萝卜素和叶绿素的含量增加,但添加高浓度的重金属会损伤烟叶的光合结构,最终显著抑制烟叶的光合作用^[40-41]。

1.3.2.2.3 烟草品质 马新明等^[38]通过研究重金属 Cd 对烟叶品质的影响发现,随着 Cd 添加浓度的增加,烟叶中氮碱比、糖碱比值逐渐升高,导致烟叶化学成分组成趋于不协调,最终不利于吃味的形成。严重玲等^[37]研究也发现,土壤中 Cd 胁迫会严重抑制烟株根尖细胞的分裂,使根系生长受到抑制,从而影响对土壤营养元素的吸收,降低烟草的品质。残留在土壤中的重金属元素通过烟株根系进入烟叶组织内部,会严重影响烟叶的品质和吸烟者的健康。

2 提高烟叶安全性的农业生产关键技术措施

2.1 控制烟叶原料内源有害物质

2.1.1 选育推广低焦油烟草品种 目前国际上已通过各种育种途径培育出了一些焦油产出量低的烟草品种,如加拿大选育并推广了低焦油烤烟品种 Delgole、Newdel 和 Canld。另外,罗军^[3]报道,国外 Sato 等从烤烟品种 Hicks 与低生物碱的雪茄烟品种 NFT 706 的杂交后代中选育出了 3 个低焦油品系。我国在该领域也投入了较多的工作,已初步筛选出中烟 98、RG17、中烟 90 等低焦油烤烟品种,但目前尚未在生产上大面积推广使用。

2.1.2 采用科学烘烤工艺,有效控制 TSNA 的形成和积累 使用科学的烟叶烘烤方法,在烘烤上采用三段式烘烤工艺,注意通风排湿,有条件的地方可推广热交换密集烤房。王娜^[42]研究表明,在烟叶烘烤过程中控制适宜的温、湿度,可以延缓烟叶细胞质体和膜结构的破坏及功能丧失的速度,进而减少 TSNA 的含量。该研究还指出,综合烟叶品质和经济效益,在烟叶完成变黄后进行 90 s 的微波处理能有效降低烟叶体内 TSNA 的含量。要使烟叶糖分、总氮、烟碱含量适中,就必须针对不同品质、不同部位的烟叶,按照不同的成熟标准,适熟采收,科学烘烤,从而有效控制调制过程中 TSNA 的形成和积

累,提高烟叶安全性。

2.1.3 提高烟叶钾含量,降低焦油含量 提高烟叶中的钾含量可提高烟叶的燃烧性能,减少烟气中的焦油含量。刘华山等^[43]研究发现,烟株在打顶后喷施降碱增钾制剂能显著提高烟叶钾含量,并能降低烟碱含量。因此,应加大富钾烟叶品种的选育,深入研究并推广成熟的促钾增钾积累栽培技术。如:提高土壤钾肥施用量;改善土壤理化性状,提高钾利用率;调整钾肥形态和性状,提高钾利用率;施用含解钾菌的生物钾肥,促进土壤钾素释放,喷施增钾制剂提高烟叶钾含量等。

2.1.4 提高烤烟烟叶的成熟度 成熟完好的烟叶细胞发育充分,密度减小,填充性增强,燃烧性得到改善,烟叶含糖量降低,这些变化都有利于降低焦油的产生量。赵铭钦等^[44]的研究表明,中部叶在适熟时、上部叶则在适熟之后适当推迟采收,烟叶综合品质最好。韩富根等^[45]研究表明,烟叶大田成熟标准以上、中部烟叶 9~10 成黄、主脉全白,下部烟叶 4~5 成黄、主脉开始变白为宜,可改善烟叶香气质量,提高其工业可用性。因此,改变对烟叶成熟度的片面认识,将田间成熟度与烘烤成熟度统一,做到提高田间成熟度和烘烤成熟度并重。依据工业企业的需求,对不同部位烟叶做到适时采收,使烟叶的物理特性得到改善、化学成分协调性有所提高、内在品质较好,烟叶的工业可应用性得到提高。

2.1.5 优化栽培技术 种植密度、施肥量、肥料种类及配比、灌溉量和灌溉方式、打顶抹杈时期和留叶数等对烟叶理化特性均有明显影响^[4]。汪丽等^[46]研究表明,烤烟种植密度行株距为 1.1 m×0.5 m、钾肥施用量为 292.5~341.25 kg/hm² 时对提高烤烟烟叶的品质最为有利。卢剑等^[47]通过对不同肥料进行对比发现,施用黄腐酸钾、高效钾和硝酸钾后烟叶能获得较好的综合品质。相关研究^[48]也表明,在豫中烟区肥力中等偏下的壤土条件下,N、P₂O₅、K₂O 施用量分别为 52.5、67.5、232.5 kg/hm² 的处理组合施肥效果最佳,可达到优质、稳产、高效的目的。郭春燕等^[49]研究表明,在豫西地区,烟株留叶数在 19~22 片/株的云烟 87 产量和品质最好。张钟煊等^[50]研究发现,正常生长烟株以第 1 朵中心花开放时打顶或全田 10%~20% 中心花开放时打顶,烟叶内在质量和评吸质量较好。李继新等^[51]认为,不同烟区生态条件差异较大导致烤烟耗水规律有较大差异,应针对不同生态类型烟区进行研究,得出适合当地烟区科学的灌溉参数。通过优化以上栽培措施,控制烟叶定向生长,可生产出结构疏松、填充性

高、内在化学成分协调、香气量足的烟叶,为安全卷烟提供优质原料。

2.2 控制烟叶原料农药残留

2.2.1 制定我国烟草农药残留限量标准 目前我国尚未制定烟草农药残留限量标准,实际生产中烟草农药残留限量参照的是国外的相关标准或水果蔬菜的标准。参照这些标准时,应结合我国生产实际进行选择借鉴;而参照水果蔬菜农药残留限量标准是否科学,有待进一步验证。结合我国烟草生产的实际,尽快制定有关烟草农药残留限量标准是我国烟草可持续发展急需解决的问题^[18]。

2.2.2 加大农药的监管力度 充分发挥政府监管部门的职能作用,监管农药的生产、销售。严禁剧毒、难降解农药的生产,从源头上遏制禁用农药用于烟草生产。

2.2.3 建立烟叶收购导向机制 制定烟叶优质优价的导向机制,设定烟叶农药残留标准,对农药残留较低的烟叶适当提高收购价格,并在烟叶生产上给予烟农政策上的鼓励和扶持;对农药残留较高或生产中使用了违禁农药的烟叶降低收购价格。通过这些政策措施规范引导农药在烟草中的使用。

2.2.4 开展绿色植保技术研究 以农业防治为基础,开展物理防治、生物天敌与抗性诱导剂等防治烟草病虫害的田间试验研究,加强生物农药的开发应用,建立科学的田间使用技术,减少化学农药的使用量,降低烟叶中农药残留含量,提高烟叶安全性。

2.2.5 开展农药安全施用技术研究,提高农药利用率 开展高效、低毒、低残留化学农药的筛选与生产使用技术研究;采用低容量喷雾技术、小孔径喷雾技术等新型农药喷雾装置技术,提高化学农药利用率,降低农药的施用量,减少烟叶中的农药残留;另外,组织各种形式的烟草植保技术培训,提高烟农的施药水平,加强病虫害预测预报工作,适时防治^[52]。

2.2.6 加强抗病抗虫烟叶品种的培育 培育烟草抗病抗病新品种,是烟草病虫害综合防治中经济有效的途径,不仅能提高产量,降低生产成本,还可减少因施加农药造成的烟草农药残留和环境污染等问题,具有很好的发展前景^[27]。目前,国内培育、引进了一些抗病抗虫的烟叶品种,如 NC102 高抗花叶病、烟青虫、蚜虫等病害,NC297 抗黑胫病、青枯病、花叶病、南方根线虫病等,KRK26 抗白粉病、野火病、角斑病、根结线虫病和青枯病。

2.3 控制烟叶原料重金属

2.3.1 采用生物技术手段控制烟叶重金属含量及筛选对重金属低吸收的烟草品种 烟草重金属生物

控制技术是通过改变烟草体内的代谢基因来控制烟叶重金属含量的。目前,国外在这方面开展了较深入的研究。De Borne 等^[53]将动物金属硫蛋白基因植入烟株,发现烟叶中 Cd 含量显著降低,而烟株其他部位 Cd 含量较高。Wagner^[54]的研究也表明,通过动物金属硫蛋白基因的植入,白肋烟烟叶中 Cd 含量降低了 16%。生物技术在控制烟草重金属方面的研究已成为该领域的热门,但目前仅停留于实验室研究阶段,尚未用于大田应用。

不同烟草品种对重金属的吸收存在较大差异,因此,在各地种植烟草品种中筛选对重金属低吸收的烟草品种进行推广,对控制烟叶的重金属含量具有重要意义^[32]。

2.3.2 改良土壤 烟草重金属主要通过土壤进入烟叶组织内部,进而造成重金属残留,因此通过改良土壤减少烟叶重金属含量显得尤为重要。研究发现,土壤 pH 值与烟叶重金属含量呈显著负相关,适当提高土壤 pH 值能有效降低土壤中重金属的有效态含量,从而减少烟叶的重金属含量^[55]。胡钟胜等^[56]通过在植烟土壤中施加活性炭、骨粉等改良剂吸附土壤中的重金属,达到了降低烟叶重金属含量的目的。

2.3.3 与重金属超积累植物间作 修复重金属污染土壤的方法(如物理、化学和生物方法)有很多,但因植物修复(phytoremediation)技术具有经济有效、环境友好和操作简便等优点而备受关注。焦鹏^[57]将重金属超积累植物龙葵、大叶井口边草与玉米间作在受 Pb-Cd-As 复合污染的土壤上,结果发现,玉米籽粒中的重金属含量大大降低。但目前,这一技术在烟草中的应用还鲜见报道,有待进一步研究。

2.3.4 肥料调节 肥料中的某些元素可以与植烟土壤中的重金属发生拮抗作用,从而减少烟叶的重金属含量。研究发现,施加 Ca 肥能有效减少农作物中 Pb、Cd 的积累;施加硫化物可以显著降低农作物对 Pb、Zn、Cu、Cd 等重金属的吸收^[58]。有机肥能促进重金属离子与其形成重金属有机络合物,增加土壤对重金属的吸附力,减少植物的吸收。张晓海^[55]研究了不同施肥水平下烤烟对重金属元素的吸收分配,结果表明,烟叶对重金属的吸收受施肥水平的影响,表现为中等施肥水平<低施肥水平<高施肥水平。

3 小结与展望

随着人们对健康的日益关注以及《烟草控制框架公约》的签署,卷烟企业对烟叶原料品质的要求越

来越高,其中烟叶的安全性受到前所未有的关注。通过不同措施有效降低烟叶内源有害物质和外源有害物质(如农药残留、重金属污染等),提高烟叶品质和质量十分必要。目前,我国在烟叶安全性方面的研究起步较晚,对降低烟叶中的农药残留和重金属含量还未总结出系统有效的方法。近年来,国家烟草专卖局提出了优质特色安全烟叶的生产及发展中式卷烟的政策,为我国烟草行业的可持续发展提供了有力保障。针对我国在烟草安全性方面的研究现状和趋势,提出以下建议:(1)加大低焦油、抗病虫害、重金属低吸收烟草品种的选育和推广工作,提高烟叶安全性;(2)提高烟草大田管理技术,规范化管理,从源头上减少或禁止农药残留和重金属进入烟田,减少烟叶中农药和重金属的残留;(3)结合中国烟草生产的实际,尽快制定中国自主的烟草农药残留限量标准,并参照标准对中国各烟区各品种烟叶进行系统评价,为烟草生产提供更为准确的指导和参考依据;(4)烟草工业企业、商业企业以及相关科研单位密切配合,开展包括绿色植保技术、生物技术、土壤修复技术、肥料调节技术、农业管理技术等相关技术的研究,构建烟叶导向机制,建立烟叶原料安全综合控制体系,全面提高烟叶原料的安全性。

应以卷烟工业企业品牌对烟叶原料的需求为导向,从品牌烟叶原料特征及工业可应用性分析着手,以特色烟草基地建设为切入点,以科技导入和技术培训为主要方式,实行烟叶原料全过程品质控制,生产出适合工业企业安全需求的烟叶,将是今后解决烟叶安全性的新思路。

参考文献:

- [1] 张勇. 烟叶安全性的影响因素及提升措施[J]. 中国农村小康科技, 2010(8): 43-45.
- [2] 左天觉, 朱尊权. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海: 上海远东出版社, 1993: 381-382.
- [3] 罗军. 从农业生产角度探讨降低卷烟烟气中焦油量的可能性[J]. 中国烟草科学, 1997, 18(1): 36-37.
- [4] 董志坚, 朱大恒, 周御风. 栽培措施对烟叶安全性的影响[J]. 中国烟草科学, 2000, 21(1): 42-45.
- [5] Fischer S, Spiegelhalter B, Preussmann R. Performed tobacco specific nitrosamines in tobacco role nitrate and influence of tobacco type[J]. Carcinogenesis, 1989, 10(8): 1511-1517.
- [6] Caldwell W S, Grenn J M. The nitrosation of nicotine: Akinetic study[J]. Chem Kes Tox, 1991(4): 513-516.
- [7] Chaplin J R. Production factors affecting chemical compounds of the tobacco leaf[J]. Recent Advances of Tobacco Science, 1980(6): 3-63.
- [8] 宋明军, 余平, 王发鹏. 烤烟成熟度与烟叶质量关系的研究进展[J]. 现代农业科技, 2009(12): 156-161.
- [9] Walker E K. Some chemical characteristics of the cured leaves of flue-cured tobacco relative to time of harvest, stalk position and chlorophyll content of the green leaves[J]. Tobacco Science, 1968, 12: 58-65.
- [10] Hwang K J, Kim C W, Kim C H. Studies on the change of chemical components of flue-cured tobacco with maturity[C]. Paris: Coresta Congress, 1981: 10.
- [11] 杨焕文, 李永忠, 刘彦中, 等. 烟草特有的 N-亚硝胺的形成、积累及其影响因素[J]. 烟草科技, 1998(4): 31-34.
- [12] Chamberlain W J, Chortyk O T. Effects of curing and fertilization on nitrosamines formation in bright and burley tobacco[J]. Beitrage Zur Tabakforschung International, 1992, 15(2): 87-92.
- [13] Anderson R A, Kasperbauer M J, Burton R H. Change in chemical composition of homogenized leaf-cured and air-cured burley tobacco stored in controlled environments[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1982, 30(4): 663-668.
- [14] 中国烟叶生产购销公司. 中国烟叶生产实用技术指南[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 18-22.
- [15] 陈庆园, 黄刚, 商胜华. 烟草农药残留研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(11): 4575-4576.
- [16] 王津军, 文国松, 丁金玲, 等. 烟草农药残留研究进展及降低烟叶农药残留的探讨[J]. 云南农业大学学报, 21(3): 329-332.
- [17] 农业部. NY/T 788—2004 中国农药残留试验准则[S]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 6-30.
- [18] 刘勇, 周冀衡. 烤烟农药残留的来源分析及解决方案[J]. 作物研究, 2009(S1): 167-171.
- [19] 陈燕芳, 丁伟, 张永强. 烟草团棵期后除草剂的选择[J]. 植物医生, 2006, 19(4): 46-47.
- [20] 焦培培. 复合肥: 由新兴走向成熟[N/OL]. 中国农资导报, (2012-9-24) [2012-11-7]. <http://www.nzdb.com.cn/publish/portal0/tab1354/info21748.htm>.
- [21] 马丽先. 植物生长调节剂在烤烟上的试验及应用[J]. 中国烟草, 1983(3): 34-35.
- [22] 王凤龙, 时焦. 烟草抑芽剂进展与应用[J]. 中国烟草, 1996(3): 34-38.
- [23] 郝征红, 王怀友. 农药残留——影响食品安全的一大关键问题[J]. 中国食物与营养, 2006(9): 2-15.
- [24] 谭亚军, 李少南, 孙犁利. 农药对水生态环境的影响[J]. 农药, 2003, 42(12): 12-14.
- [25] 王京文, 陆宏, 厉仁安. 慈溪市蔬菜地有机氯农药残留调查[J]. 浙江农业科学, 2003(1): 40-41.

- [26] 方玲. 有机氯农药在茶叶及其环境中的残留状况与评价[J]. 福建农业大学学报, 1998, 27(2): 211-215.
- [27] 高熹, 潘贤丽. 烟草抗虫性研究进展[J]. 热带农业科学, 2004, 12(24): 59-67.
- [28] 史宏志. 烟草农业减害技术研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(11): 3443-3444.
- [29] 张川东, 何腾兵, 林昌虎. 几种重金属对烟草的影响研究进展[J]. 贵州农业科学, 2008, 36(6): 78-80.
- [30] 牛柱峰, 杜永利, 崔丙慧. 五莲植烟土壤及烟叶中重金属农药残留状况研究[J]. 中国烟草科学, 2006, 27(1): 26-28.
- [31] 张艳玲, 尹启生, 周汉平, 等. 中国烟叶铅、镉、砷的含量及分布特征[J]. 烟草科技, 2006(11): 49-52.
- [32] 潘淑君, 李无双, 王荣琴. 烟草中重金属含量防控途径探讨[J]. 科学观察, 2010(6): 96-97.
- [33] 陈耕云, 石贵玉, 徐美燕, 等. 重金属 Cr^{6+} 对烟草组织培养的影响[J]. 河池学报, 2006, 26(2): 28-30.
- [34] 王学锋, 师东阳. 烟草对土壤中环境激素铅的吸收及其相互影响的研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(4): 890-893.
- [35] 袁祖丽, 马新明, 韩锦峰, 等. 镉胁迫对烟草营养器官发育及矿物质元素的影响[J]. 河南科学, 2005, 23(5): 679-682.
- [36] 李荣春. Cd、Pb 及其复合污染对烤烟叶片生理生化及细胞亚显微结构的影响[J]. 植物生态学报, 2000, 24(2): 238-242.
- [37] 严重玲, 付舜珍. Hg、Cd 及其共同作用对烟草叶绿素含量及抗氧化酶系统的影响[J]. 植物生态学报, 1997, 21(5): 468-473.
- [38] 马新明, 李春明, 袁祖丽. 镉和铅污染对烤烟根区土壤微生物及烟叶品质的影响[J]. 应用生态学报, 2005, 16(11): 182-186.
- [39] 齐敏. 土壤-烟草系统中烟草叶绿素对 Hg、Cd、Pb 胁迫的响应[J]. 中国生态农业学报, 2001, 9(4): 82-84.
- [40] 高家合, 王树会. 镉胁迫对烤烟生长及生理特性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2006, 25(5): 1167-1170.
- [41] 石贵玉, 秦丽凤, 陈耕云. 铬对烟草组培苗生长和某些生理指标的影响[J]. 广西植物, 2007, 27(6): 899-902.
- [42] 王娜. 烤烟烟叶中烟草特有亚硝胺(TSNA)及其前体物质积累规律的研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2003.
- [43] 刘华山, 韩锦峰, 曾涛, 等. 烤烟喷施降碱增钾制剂的生理效应及对品质的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(3): 46-49.
- [44] 赵铭钦, 苏长涛, 姬小明, 等. 不同成熟度对烤后烟叶物理性状、化学成分和中性香气成分的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(3): 146-150.
- [45] 韩富根, 彭丽丽, 马永建, 等. 不同采收成熟度对烤烟香气质量的影响[J]. 土壤, 2010, 42(1): 65-70.
- [46] 汪丽, 刘雷, 杨文钰, 等. 种植密度与施钾量对烤烟品质的影响[J]. 华北农学报, 2007, 22(增刊): 106-110.
- [47] 卢剑, 王龙, 孙曙光, 等. 不同钾肥种类对烤烟品质的影响[J]. 山西农业科学, 2012, 40(12): 1277-1281.
- [48] 闫克玉, 陈廷贵, 李桂英, 等. 配方施肥技术对烤烟产质的影响[J]. 河南农业科学, 2002(9): 31-32.
- [49] 郭春燕, 代晓燕, 刘国顺, 等. 施氮量和留叶数对豫西地区云烟 87 产量和品质的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41(9): 53-58.
- [50] 张钟煌, 王鑫, 邱铭生, 等. 打顶时间对烤烟产质量的影响研究[J]. 现代农业科技, 2010(14): 37-38.
- [51] 李继新, 袁有波, 苏贤坤, 等. 土壤水分对烤烟耗水特征及烟叶产量和品质的影响[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2008, 36(4): 520-524.
- [52] 程占省, 李松岭, 孙保方, 等. 科学使用农药防止烟叶污染[J]. 河南农业科学, 1999(2): 20-21.
- [53] De Borne F D, Elmayan T, De Roton C, *et al.* Cadmium partitioning in transgenic tobacco plants expressing a mammalian metallothionein gene[J]. Mol Breeding, 1998, 4: 83-90.
- [54] Wagner G J. Accumulation of cadmium in crop plants and its consequences to human health[J]. Advances in Agronomy, 1993, 51: 173-212.
- [55] 张晓海. 不同施肥水平下烤烟对重金属元素的吸收分配研究[J]. 农业网络信息, 2005(11): 144-146.
- [56] 胡钟胜, 章钢娅, 王广志, 等. 改良剂对烟草吸收土壤中镉铅影响的研究[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 233-238.
- [57] 焦鹏. 不同植物配置对 Pb-Cd-As 复合污染土壤的修复[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2011.
- [58] 肖青青. 个旧鸡街农作物食品安全现状及整治技术[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2010.