



黄壤烤烟氮 与烟碱分布特征研究

王 鹏 著

中国农业科学技术出版社



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

图书在版编目 (CIP) 数据

黄壤烤烟氮与烟碱分布特征研究 / 王鹏著. — 北京: 中国农业科学技术出版社, 2011.6

ISBN 978 - 7 - 5116 - 0430 - 9

I. ①黄… II. ①王… III. ①黄壤 - 烤烟 - 氮 - 研究
②黄壤 - 烤烟 - 烟碱 - 研究 IV. ①S572

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第069086号

责任编辑 徐 毅

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街12号 邮编: 100081

电 话 (010) 82106631 (编辑室) (010) 82109704 (发行部)
(010) 82109703 (读者服务部)

传 真 (010) 82106631

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京华忠兴业印刷有限公司

开 本 850mm × 1 160mm 1/32

印 张 5

字 数 120千字

版 次 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

定 价 12.00元

———— 版权所有 · 翻印必究 ————

前言

烟草是我国重要的税收来源，烟草的发展在近期内与国民经济有重要的关系。提高烟叶质量，降低烟草危害是烟草发展的主题。其中，控制烟叶适宜的氮和烟碱含量是提高烟叶品质重要的指标。烤烟生长过程中对氮素的吸收量是最多，同时，氮素是决定烤烟产量和质量的基本条件之一。在烤烟生长过程中吸收的氮素大部分来源于土壤氮，相关研究表明，在烤烟栽培中吸收的土壤氮主要集中于烤烟生长的后期，在烤烟移栽后生长的前期，吸收的氮素以人为施氮为主。烤烟吸收氮素的多少直接影响着烟叶中的含氮量高低，从而影响烟叶烟碱含量。目前，我国烤烟栽培区域广大，不同地区由于土壤肥力，土壤性质的差异，造成供氮状况差异较大，造成烟株从土壤中吸收的氮素过多，氮在不同器官分配比例不均，导致烟碱含量差异明显，影响卷烟工业的使用，因此，加强烤烟生长过程中的氮肥管理，对提高烟叶产量和质量至关重要。

目前，研究土壤氮以及肥料氮被烤烟利用的方法主要有化学浸提法，生物培养法，田间试验法， ^{15}N 同位素稀释法，在研究土壤中速效氮含量的过程中，化学浸提法应用较多，在研究植物吸收氮素来源的过程中， ^{15}N 同位素示踪法更为准确并且也是应用比较多的一种方法。本研究利用 ^{15}N 同位素示踪法详细分析烤烟吸收肥料氮，土壤氮的基本规律，同时，间接分析出烟碱中来自肥料和土壤氮的比例和分配状况，特别是对于不同部位烟叶中不同来源氮素的积累，分配比例研究，从理论上指明

了烤烟吸收肥料氮，土壤氮供氮对烟碱的影响。由于土壤中所含有机质的差异，造成烤烟吸收不同来源氮素的比例不同，深刻地揭示了如何根据土壤和肥力来准确制定肥料用量，以促进烤烟生长以及烟叶品质的提高。

烤烟烟叶中烟碱含量的高低直接决定烟叶品质的高低。烟碱中的主要成分是尼古丁，其氮含量在16%左右，氮素供应的多少也会影响到烟碱的合成，同时，烤烟不同的器官内烟碱含量便会发生较为明显的变化，与烤烟工业可用性直接相关的便是烟叶中烟碱含量的高低。研究证明，土壤有机质含量越高，化学肥料作为基肥施用越有利于烟碱的合成，作为追肥施用会降低烟碱合成中对于肥料的利用，但是与氮肥对于烤烟干物质以及氮积累的影响相比较而言，追肥氮对烤烟烟碱合成作用重大，在黄壤烟碱合成的研究中证明追肥氮是构成烟碱氮的主要氮源，所以烤烟栽培中合理施用追肥氮对于提高烟叶中烟碱含量具有重要意义。

本书主要是针对黄壤烟区烟叶烟碱含量偏高的现状，通过研究阐述了以下几个问题：一是研究不同有机质含量土壤烤烟氮吸收规律、氮肥和土壤氮供应与烟碱含量的关系以及对烟叶品质的影响，摸清导致烟叶烟碱含量偏高的主要原因，为不断提高烟叶质量，为烟叶生产提供理论技术支持，明确不同有机质含量土壤上烤烟氮肥用量及不同有机质含量土壤烟叶生产技术要求；二是采用同位素示踪技术，研究烤烟吸收的氮养分中，来自肥料和土壤中的比例，特别是不同时期的氮肥与土壤供氮对烟草的贡献，分析肥料和土壤氮对烟碱含量的影响，指导烟叶生产合理施用氮肥，提高烟叶质量；三是研究追肥氮的吸收，肥料利用率及在烟碱中追肥氮的比例，确定烤烟氮肥中的基追肥比例；四是摸清在不同肥力条件下，植烟土壤氮矿化

规律和供氮能力，特别是打顶以后土壤的供氮能力，阐明土壤氮素矿化对烤烟后期氮素营养的贡献、对烟叶品质的影响，明确影响植烟土壤供氮的主要因素，综合考虑土壤、气象、地形、海拔等因素，为将来建立我国植烟土壤氮素矿化模型，预测烤烟生长全生育期土壤氮素矿化量及其动态矿化规律，对改善烟株氮素营养，提高烟叶质量具有重要价值。

本书是在博士论文研究的基础之上修改整理而成的，在本书出版之际，衷心的感谢导师李志宏老师的悉心指导。由于作者水平有限，书中的不足之处在所难免，望读者批评指正。

王 鹏
2011年5月

目 录

第一章 烤烟氮素营养研究进展	(1)
第一节 烤烟氮素的营养研究	(1)
一、烤烟氮营养研究概况	(1)
二、氮对烤烟烟叶生产以及品质的作用	(11)
三、不同形态氮对烟叶产量和质量的影响	(15)
四、氮对烟草制品安全的影响	(17)
第二节 土壤供氮及对烟叶品质的影响	(17)
一、土壤氮素来源	(17)
二、土壤氮素矿化及供氮量研究方法	(20)
三、土壤供氮定量研究	(22)
四、施肥对土壤速效氮的影响	(24)
五、不同形态氮素在土壤中的转化	(26)
六、土壤有机氮研究	(27)
七、土壤有机氮矿化与作物直接吸收利用	(30)
八、土壤环境条件以及供氮状况对烟叶品质的影响	(31)
第三节 ^{15}N 在烤烟上研究状况	(35)
一、利用 ^{15}N 示踪技术研究氮在烟株中的利用与分配	(35)
二、利用 ^{15}N 对不同形态氮素的吸收研究	(37)
三、利用 ^{15}N 示踪区别烤烟对饼肥氮和土壤氮的吸收状况	(38)

四、利用 ¹⁵ N示踪研究土壤氮对烤烟氮积累和烟碱	
积累的影响	(39)
五、 ¹⁵ N用于烟草烟碱的生物合成研究	(39)
六、 ¹⁵ N在氮肥利用率研究上的应用	(40)
第四节 烟草生物碱的研究	(44)
一、烟碱对烤烟的生理作用	(44)
二、烟碱的生物活性变化	(45)
三、烟碱的积累与影响因素	(46)
四、氮肥对烟碱积累的影响	(47)
五、栽培条件对烟草烟碱积累的影响	(49)
六、打顶与采收时期对烟草烟碱含量的影响	(51)
七、土壤有机质对烟碱积累的影响	(52)
八、调节烟草烟碱含量的基本措施	(53)
第二章 研究区域概况及研究方法	(55)
第一节 研究区域概况	(55)
一、自然基础条件介绍	(55)
二、试验点气象资料	(56)
第二节 主要研究内容	(58)
第三节 研究方法	(59)
一、烤烟样品采集与制备	(59)
二、初烤烟叶样品采集	(59)
三、测定项目及方法	(60)
四、土壤有机质含量分区	(61)

五、数据计算	(62)
第三章 不同土壤有机质烤烟干物质积累与分配	(63)
第一节 不同有机质含量土壤烤烟干物质积累	(63)
第二节 不同有机质含量土壤烤烟干物质各器官中分配	(66)
一、烤烟茎、叶干物质分配	(66)
二、烤烟不同部位烟叶干物质分配比例	(69)
第四章 不同土壤有机质上烤烟氮积累与分配	(73)
第一节 不同有机质含量土壤上烤烟氮积累	(73)
第二节 不同有机质含量土壤对烤烟氮供应能力效应	(74)
一、自然土壤氮素供应能力	(74)
二、不同有机质含量土壤上烤烟氮积累	(75)
第三节 不同有机质含量土壤上烤烟肥料氮积累	(76)
一、不同有机质含量土壤上烤烟肥料氮积累	(76)
二、不同有机质含量土壤上烤烟追肥氮积累	(78)
三、不同有机质含量土壤烤烟吸收肥料氮比例	(79)
第四节 不同有机质含量土壤上部叶氮积累与分配	(81)
一、不同有机质含量土壤氮在上部烟叶积累与分配	(81)
二、土壤有机质对肥料氮在上部烟叶积累与分配的影响	(82)
三、不同有机质含量土壤追肥氮在上部烟叶积累与分配	(83)
第五节 不同有机质含量土壤中部烟叶氮积累与分配	(84)
一、不同有机质含量土壤上氮在中部烟叶积累与分配	(84)
二、不同有机质含量土壤上肥料氮在中部烟叶积累与分配	(85)
三、不同有机质含量土壤上追肥氮在中部烟叶积累与分配	(86)

第六节 不同有机质含量土壤下部烟叶氮积累与分配 …	(87)
一、不同有机质含量土壤上氮在下部烟叶积累与分配 ……	(87)
二、不同有机质含量土壤上肥料氮在下部烟叶积累与分配 …	(88)
三、不同有机质含量土壤上追肥氮在下部烟叶积累与分配 …	(88)
第七节 不同有机质含量土壤茎和花氮积累与分配 …	(89)
一、不同有机质含量土壤上氮在茎和花积累与分配 ……	(89)
二、不同有机质含量土壤上肥料氮在茎和花积累与分配 ……	(90)
三、不同有机质含量土壤上追肥氮在茎和花积累与分配 ……	(91)
第八节 土壤有机质含量对氮肥利用率影响 ……	(91)
一、有机质含量土壤烤烟氮肥利用率 (^{15}N 法) ……	(91)
二、不同有机质含量土壤烤烟氮肥利用率 ……	(93)
三、不同含量有机质土壤烤烟追肥氮利用率 ……	(94)
第五章 不同土壤有机质含量烤烟烟碱含量 ……	(96)
第一节 氮对调制后烟叶烟碱含量的影响 ……	(97)
第二节 不同生育时期烟株烟碱与氮积累 ……	(98)
第三节 不同部位烟叶氮分配与烟碱和氮含量的变化 …	(102)
第四节 肥料氮对合成烟碱氮的贡献 ……	(108)
第六章 土壤无机氮变化与土壤氮矿化 ……	(111)
第一节 不同有机质含量土壤无机氮变化 ……	(111)
第二节 不同有机质含量土壤氮矿化 ……	(114)
第三节 不同有机质含量土壤中PEON变化 ……	(116)
第七章 不同有机质含量土壤烟叶产质变化 ……	(118)
第一节 不同有机质含量土壤对烟叶产值变化 ……	(118)



数据加载失败，请稍后重试！

第一章 烤烟氮素营养研究进展

第一节 烤烟氮素的营养研究

氮素是烟草的主要营养元素，它是决定烟草的产量和质量的基本条件之一。国内外大量研究表明，施氮水平的高低对烤烟产量的提高具有重要影响，并且施用氮肥量的多少与叶片产量和品质有直接的相关性。正常栽培条件下，氮素供应过多，烟株叶色浓绿，贪青晚熟，烤后烟叶品质低劣；氮素供应不足，则烟株生长缓慢，叶片由下而上逐渐褪黄，烤后叶片薄而轻，品质同样低，所以烤烟栽培过程中最佳施肥量的确定具有非常重要的意义。在实际生产中，能够提高烟叶等级，得到适当产量和优良品质的烤烟氮肥品种很多，由于我国地域广阔，加上生产厂家较多，使用工艺不同，所以，在实际栽培中其使用效果常受气候、土壤、品种、耕作栽培措施以及肥料施用等因素的影响，为了更好地发挥氮肥的增产效益，必须了解氮素的营养特性，氮肥施入土壤后的转化以及各种氮肥的性质和有效使用方法。

一、烤烟氮营养研究概况

1. 烤烟体内氮的含量与分布

目前我国烤烟栽培区域广大，不同地区由于土壤肥力，土壤性质的差异，造成供氮状况差异较大，并且在栽培过程中

不同的地区施氮量差异也较大，以至于烟株从土壤中吸收的氮素差异较大。就全国来看，品质较好的中部烟叶含氮量平均在1.63%左右，上、中、下烟叶平均氮积累量一般只占干重的1.5%左右，与美国烟草界认为的2.5%的最佳含量尚有一定的距离。就不同地区而言，烟叶含氮量山东省（1.86%）>云南省（1.75%）>安徽省（1.69%）>河南省（1.66%）>贵州省（1.61%）>辽宁省（1.53%）>湖北省（1.39%）。

在我国烟草栽培实践中发现，烟叶中氮含量的多少不仅仅受到土壤供氮和施肥的影响，还受很多条件的制约。首先，烟叶中氮含量的高低受烤烟品种的影响较大。据研究表明，在同等条件下，例如，K326、NC89、龙烟85-1等优良品种烟叶的含氮量高，而叶片数较多的品种及一些多叶型品种烟叶中含氮量低。同一品种施氮量愈高，烟叶的含氮量愈高。其次，烤烟的不同生育期烟叶中含氮量变化较大。一般认为，烤烟的不同发育时期，烤烟植株体内氮素分布不同并随着体内碳氮代谢的变化而发生变化。烤烟生育前期，下部烟叶含氮较高，就烟株而言，表现为叶>根>茎；烟叶成熟采收后，根、茎、叶中氮含量占干物质的比例均比烟叶苗期降低许多，且氮含量占干物质的百分数为烟叶>根>烟茎；各器官中氮占全株烟叶总氮的百分数也发生较大改变，主要是烟叶中分配的比例下降较多，而烟根、烟茎中的分配比例均显著升高，同苗期相比，都升高了3倍以上，但顺序仍然为烟叶>烟茎>烟根。烟根氮含量高于烟茎而分配比例却低于烟茎。

2. 氮在烤烟体内的生理作用

氮是烤烟重要的必须营养元素之一，氮素供应的多少、吸收的规律、形态和比例对烟叶产量和品质的影响较大（左天觉，1993）。氮在烤烟体内以化合物形式构成生命活动的物质

基础，如蛋白质、核酸、磷脂、酶、激素和叶绿素等。氮也是烟碱的重要成分，烟叶中氮的含量与烟碱呈显著的正相关，与淀粉和糖呈显著的负相关。增加氮素比率，烟叶灰分和烟碱提高，总氮、蛋白质、树脂和石油醚提取物增加，糖含量降低。研究烤烟氮素营养作用、吸收转化，对生产优质烟叶具有重要的意义。

氮是作物体内许多酶的成分。酶的主要成分是蛋白质。作物体内的各种代谢过程都必需有相应的酶参加。酶在作物体内对新陈代谢起生物催化作用，直接影响生物化学的反应方向和速度，从而影响物质转化过程。氮代谢是植物的基本生理过程之一，也是参与地球化学循环的重要组成部分。烟草中参与氮素吸收利用的主要是谷氨酰胺合成酶/谷氨酸合成酶 (GS/GOGAT) 循环和硝酸还原酶(NR)、亚硝酸还原酶(NIR)体系。硝酸还原酶活性随着生长发育进程的推进而降低，在正常情况下，烟草移栽后60天左右快速下降并降至稳定状态。当土壤中施入较多的铵态氮时，烤烟体内谷氨酰胺合成酶和谷氨酸合成酶的活性迅速增加，与硝态氮条件下相比，铵态氮可以显著促进叶片内谷氨酰胺合成酶和谷氨酸合成酶的活性，但是对根系内的影响小于硝态氮。刘卫群研究表明，纯施铵态氮时谷氨酰胺合成酶活性保持相对较高的水平；张新要研究证明，硝酸还原酶随硝态氮比例的增加酶活性呈上升趋势，而谷氨酰胺合成酶活性的变化趋势则与之相反，不过在其他作物研究中发现，氮素对硝酸还原酶或谷氨酰胺合成酶影响较小。

氮是蛋白质的重要成分。蛋白质中含有16%~18%的氮。蛋白质是构成原生质的基本物质，而原生质又是作物体内新陈代谢活动的中心。没有蛋白质，作物体内新细胞的形成会受到抑制，生长发育缓慢，以致停滞。利用 ^{15}N 标记硝酸铵对烤烟不同

生育期氮素营养的研究表明，蛋白质的积累强度在整个生育期呈抛物线变化；在整个生育期，合成蛋白质所需的肥料氮量呈曲线下降。蛋白质的合成高峰在团棵期与现蕾期，至成熟期下降。但无论在什么生育时期，合成蛋白质所需的氮素主要由肥料氮供给，故前期施用氮肥有助于蛋白质合成与积累，表明氮肥对于烤烟蛋白质的积累具有非常重要的作用。

氮是氨基酸的重要组成元素。组成蛋白质的氨基酸可用于构建蛋白质，或参与代谢作用，非蛋白氨基酸是烟草化学防御机制中的有效物质。氨基酸包括蛋白质氨基酸和游离氨基酸。研究表明，烟叶总氨基酸含量与总施氮量和无机氮施量呈显著正相关关系。氨基酸含量与香气量、劲头得分呈正相关关系，与香气质、刺激性和杂气得分呈负相关关系，所以，氮在促进烤烟氨基酸增加的同时，也提高的烟叶的基本品质。

氮是核酸和核蛋白的成分。作物体内所有的活细胞中均含有核酸。核酸与蛋白质结合，组成核蛋白。核酸与蛋白质的合成以及作物的生长发育和遗传变异有着密切的关系。信息核糖核酸（mRNA）是合成蛋白质的模板。脱氧核糖核酸（DNA）是决定作物生物学性状的遗传物质。DNA和RNA又是遗传信息的传递者。可见，核酸和蛋白质是一切作物生命活动和遗传变异的基础。所以，人们常常称氮为生命元素。

氮是叶绿素的成分。高等植物的叶片约含有20%~30%的叶绿体，而叶绿体又含有45%~60%的蛋白质。叶绿体中的叶绿素a($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$)和叶绿素b($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$)的分子都含有氮。叶绿素是作物光合作用的场所。供氮水平的高低与叶片中叶绿素的含量呈正相关，而叶绿素含量的多少，又直接影响到光合作用的产物——碳水化合物的形成。因此，当作物缺氮时，体内叶绿素含量减少，叶色褪绿变黄，光合作用减弱，碳水化合物减

少，产量显著降低。

氮是作物体内多种维生素的成分。作物体内的维生素 $B_1(C_{12}H_{17}ON_3S)$ 、维生素 $B_2(C_{17}H_{18}O_6N_4)$ 、维生素 $B_6(C_8H_{11}O_3N)$ 都含有氮，它们是辅酶的成分，参与作物的新陈代谢。氮还是一些植物激素的成分，如生长素和细胞分裂素都含有氮。激素是作物生长发育和新陈代谢过程的调解剂，对种子的萌发和休眠、营养生长和生殖生长、物质运转及整个成熟的生理、生化过程都起着重要的控制作用。作物体内激素的含量与氮营养水平有密切的关系。

氮是烟碱的成分。氮比其他元素对烟碱的合成作用影响更大，增加施氮量可有效的提高烟碱的含量。烟草生物碱中，以烟碱为最重要，它约占烟草生物碱总量的95%以上，烟碱是使烟草具有商品价值的主要因素。氮素是影响烤烟烟碱积累的最重要的营养元素。氮素对烟碱含量的影响不仅体现在氮素用量的多少，而且氮素形态和施用时期对烟碱合成和积累也有较大的影响。铵态氮与硝态氮比较，不仅在叶片而且在根和茎中都能加速烟碱的生物合成和积累。陆引罡研究表明，烤烟不同生育期烟碱的积累强度呈直线上升趋势；合成烟碱所需的肥料氮量呈曲线上升，说明氮对烟碱合成具有重要的影响。

氮在烟草体内是可以再利用的元素，正确的施用氮肥，烟株生长健壮，叶片的大小、厚薄适中，叶色由移栽后的绿色渐变为深绿色，达到正常的工艺成熟，烘烤后的全氮的含量2%~3%，烟碱含量2%~3%，烤后颜色鲜亮，香气吃味均佳，产量高品质好。如果烤烟栽培过程中氮素供应不足，会严重影响烤烟的正常生长。一般氨基酸的合成首先受到影响，进而会影响到烤烟的抗逆性，大量研究表明，植物抗逆性的强弱与氨基酸积累有直接的关系。氨基酸是合成蛋白质的重要原料，由