

烤烟营养原理

胡国松 郑伟 王震东 李智勇 招启柏 等著

科学出版社

烤烟营养原理

胡国松 郑伟 王震东 等著
李智勇 招启柏

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书系统论述了氮、磷、钾中量元素、微量元素在烤烟体内的分布、形态、含量、吸收、运转过程,土壤-烤烟系统中养分的迁移与循环,营养元素的缺乏和过量,土壤和烤烟营养状况的评价方法,营养元素与烤烟品质的关系。并根据烤烟的特点,提出了烟草专用肥的配方原理及有效施用方法,同时对烤烟有机营养的概念等进行了新的阐述。

本书是国内第一本系统阐述烤烟营养理论的专著。本书的读者对象包括所有关心烟草品质的科技工作者和有关师生,以及对烟草有兴趣的从事土壤和植物营养方面研究的人员。

图书在版编目(CIP)数据

烤烟营养原理/胡国松等著. - 北京:科学出版社,2000

ISBN 7-03-007993-0

I. 烤… II. 胡… III. 烤烟-植物营养 IV. S572

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 65231 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

源海印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2000 年 1 月第一次印刷 印张:18 1/4

印数:1—4 000 字数:411 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈杨中〉)

参加本书研究工作的主要研究人员

(以姓氏笔画为序)

王志彬	王震东	石栓成	冯光群	李天飞	李仲林
李明海	李智勇	吴正举	肖强	何宽信	张新
张国显	张蓉	陈江华	郑伟	郑云泽	周秀如
招启柏	胡国松	郝静	傅建政	穆琳	

序 一

中国是世界上最大的烟叶和卷烟生产国,连续多年来,烟草行业在中国各行各业中对国家财政税收的贡献一直名列前茅。因此,面对一群对香烟存在特殊嗜好的人群,即使从吸烟与健康的角度,如何改善和提高我们的烟叶品质,使香烟吸食起来更香更美,而对人体健康的危害更轻更小,也是必须研究的重要课题。与此相反,盲目排斥烟草生产恐怕不是一种可取的态度。

烟叶品质和可用性是目前中国烟草行业最关心的问题,也是目前烟草行业必须解决的重要课题。在与烟叶品质和可用性有关的一系列因素中,烟草的营养状况可能是其中最重要的外部因素之一。稍有烟草技术知识的人都会知道,直观上,仅仅通过对氮肥施用量的调整,我们可以在某一固定地块、在同一个季节,对某一固定品种烤烟的烟碱在低于1%到大于5%以上甚至更高比例作调节,通过改变施氮量同样可以对烟叶总糖和还原糖作较大幅度的调节。而传统上,烟草营养与品质方面的研究又相对是一个弱项,因此,当听到作者介绍本书的主要内容,并比其他读者早先看到本书的主要章节文字时,我从内心里感到十分的高兴。据我所知,这是一本真正意义上的有关烟草营养的专著。这说明我国烟草营养与品质方面的研究已经迈入了一个新的起点。

本书是作者10多年辛勤科研成果的系统总结,全书40多万字,近300个图表,绝大多数是作者自己的研究结果。其中有关烟碱累积与氮素吸收关系、氮、磷、钾、各种中量元素、各种微量元素在烤烟不同时期的吸收速率、利用效率(即累积单位干物质所消耗的养分)、不同时期烤烟对主要营养元素的需求比例变化、营养元素与烟叶香味的关系等方面,都提供了新颖而系统的材料,并对烟草的有机营养作了较详细的论述。因此,我认为这是一本值得推荐的好书。

主要作者胡国松博士是我国烟草科研队伍中的佼佼者之一,博士毕业后近10年一直兢兢业业、踏踏实实地从事烟草研究。我同他交流的感觉是基础扎实,研究工作仔细认真,在烟草营养与品质方面有许多新见解。我想,本书的出版对烟草营养与品质提高方面会有所贡献,对胡国松同志本人也将会是一个鞭策和鼓励。



中国工程院资深院士

中国烟草专卖局郑州烟草研究院名誉院长

序 二

营养是调控烤烟生长发育、烟叶产量和品质的有效而重要的手段之一。这方面是我国烟草科学研究领域的薄弱环节。目前虽然有较多的研究工作,但无论研究的深度和广度都嫌不够,以至在我国实际生产中,对烤烟营养的操作上时常在施用过量和不足之间摇摆起伏,对烟叶品质造成极大的不良影响。

《烤烟营养原理》一书以丰富的资料,从理论和实践上全面而深入地阐述了烤烟营养的有关问题,书中的资料大多是作者多年研究的成果,特别是关于烤烟对各种营养元素的吸收速度和利用效率、营养元素与烟碱累积和香味的关系、烤烟钾素营养的特异性等问题的阐述,都不乏独到之处。

该方面的专著在国内外尚不多见,相信它的出版对于烤烟生产、教学与科研无疑都有很大的参考价值,预期本专著对于烤烟生产发展及品质提高会有良好的促进作用。

李 锦 岭

中国烟草学会常务理事
河南省植物生理学会理事长、博士生导师

李 锦 岭

前 言

在影响烤烟品质的诸多因素中,最重要的包括气候、品种、土壤与营养、成熟度和烘烤等几个方面。但气候是人为不可调因素,仅在烤烟种植区划中有重要作用,对于一个既定的烤烟种植区,除了在栽植日期上加以考虑外,由于其人为不可调因素而使得我们在生产中无法考虑对其进行调节。目前我国栽植的品种主要是通过对数十个进口或自育良种的实地栽植所挑选出的较适合各地的品种,而且,对于基因型完全相同的同样一个品种例如K326,在美国可以种植出香气浓郁的烟叶,但在中国却差距很大。这说明我国目前存在更多的不是先天的品种问题,而更多的是后天栽培管理问题。即目前品种问题不是我国烟叶品质的当务之急,而营养问题已上升为影响烤烟品质的最主要因子。营养可以在相当宽的范围内,在同一地点、对同一品种的内在化学品质和香气品质作出调整。对于至关重要的成熟度和烘烤,都必须在营养适当的前提下才有重要意义。因为如果营养不协调,如氮素施用过量或不足时,必然导致烤烟内在化学组分的不协调,这种烟叶即使充分成熟,品质也不会太好。而烘烤则是在营养和成熟度均良好的情况下才会更有意义。本书的目的就是在大量试验数据的基础上,揭示烤烟营养的规律,为改善烟叶品质提供理论上的依据。

本书系统论述了烤烟必需的各种营养元素的含量、分布、吸收、转化、利用效率等规律,各种营养元素在土壤中的转化过程、有效化和无效化途径,营养元素对烤烟生长的影响、与烟叶品质特别是香吃味的关系等问题。在第八章,还就烟草的有机营养问题、烟草专用肥的配方原理与施用作了较详细的说明。因此,本书的读者对象包括所有关心烟草品质的科技工作者和有关师生,以及对烟草有兴趣的从事土壤和植物营养方面研究的人员。

本书得以出版,远远不止我们这几个人的劳动成果,全国各地许多烟草公司的领导和技术人员都直接和间接参加了本书结果的研究工作,或对本书的研究工作给予了大力帮助。例如中国烟叶生产购销公司的刘建利和周义和,贵州省烟草公司的任远能和任高,都直接或间接地帮助取得了书中许多数据。在此,作者表示深深的谢意。除注明出处的引文外,本书的图表基本上都是本工作小组的研究结果。

在这里我要感谢我的几位恩师——著名的土壤学家朱祖祥院士、于天仁院士和袁可能教授,是他们教授给了我各种研究技能、方法与思路。我还要感谢中国烟草学术界的几位前辈,他们是中国烟草专卖局郑州烟草研究院的朱尊权院士、河南农业大学的韩锦峰教授,还有中国农业科学院青州烟草研究所的苏德成研究员,中国科技大学的方宇澄教授,上海农科院土肥所的奚振邦研究员,许多的思路和工作都是与他们交流的成果。同时感谢王彦亭高级农艺师,本书的出版离不开他的鼓励和支持。

最后,我要特别感谢我的太太穆琳女士,本书是在她理解、关怀和督导下的直接产物。许多书稿都是她帮助整理,并撰写了部分章节,校对工作也主要是由她完成。

由于研究工作尚不够全面与完善,本书必定还有许多不尽人意之处,欢迎大家批评指正。以便我们今后不断完善目前的工作与结果,不断揭示和接近事物的本质与真实。

胡国松

1999年5月

目 录

序一	(i)
序二	(iii)
前言	(v)
第一章 烤烟营养原理总论	(1)
第一节 植物生长必需的营养元素	(1)
一、烤烟生物体的元素组成	(1)
二、烤烟生长必需的营养元素	(2)
三、必需营养元素的分类	(2)
四、烤烟中的有益元素	(4)
五、烤烟中的有害元素	(5)
第二节 烤烟的根系与根际	(6)
一、根系形态、结构和功能	(6)
二、根系的发育与分布	(10)
三、影响根系生长和发育的因素	(10)
四、根际与根系分泌物	(12)
第三节 根系对养分的吸收	(14)
一、溶质从外部溶液进入根的途径	(14)
二、根系吸收无机养分的机制	(16)
三、养分吸收中离子的相互作用	(23)
第四节 离子态养分的运输	(24)
一、跨根的横向运输	(24)
二、长距离运输	(24)
三、矿质养分的再利用	(27)
第五节 烤烟的叶面营养	(27)
一、叶面对矿质营养的吸收	(27)
二、矿质营养元素从叶面的淋失	(29)
第六节 烤烟大田干物质累积与烟碱合成	(29)
一、烤烟大田干物质累积	(29)
二、烤烟烟碱累积特点	(30)
第二章 土壤营养原理总论	(36)
第一节 土壤的物理化学性状	(36)
一、土壤粘土矿物组成	(36)
二、阳离子吸附与交换	(38)
三、阴离子吸附与交换	(44)

四、土壤酸碱度和溶解-沉淀反应	(45)
五、土壤中的络合-离解平衡	(45)
六、土壤中的生物化学过程	(46)
第二节 土壤重要的物理性质	(47)
一、土壤质地	(47)
二、土壤结构	(48)
三、土壤水分	(49)
第三节 土壤养分的有效性及其评价方法	(51)
一、土壤养分有效性的定义	(51)
二、养分有效性的评估	(51)
三、土壤养分有效性的影响因素	(55)
第四节 优质烤烟生长所需的土壤条件	(57)
一、土壤质地和水分	(57)
二、土壤酸度和碳酸钙含量	(58)
三、土壤有机质含量	(59)
四、土壤矿质养分状况	(59)
五、土壤氯含量	(60)
第三章 烤烟氮素营养	(62)
第一节 烤烟中的氮	(62)
一、烤烟体内氮素含量分布及其形态	(62)
二、氮的吸收	(64)
三、氮的同化	(66)
四、氮的运输	(70)
五、氮素在烤烟个体发育中的作用	(71)
六、不同氮源对烤烟生长发育的影响	(71)
七、烟碱代谢中氮的作用	(73)
八、烤烟的氮素缺乏与过量	(73)
第二节 土壤中的氮	(74)
一、土壤中氮的含量与形态	(74)
二、土壤中氮的转化	(76)
第三节 氮素与烤烟品质的关系	(83)
一、氮素含量与烤烟品质	(83)
二、氮素形态与烤烟品质	(86)
三、有机氮肥与品质	(88)
第四节 氮肥的有效施用	(89)
一、常用化学氮肥品种对烤烟产质量的影响	(89)
二、氮肥的有效施用	(91)
第四章 烤烟磷素营养	(94)
第一节 烤烟中的磷	(94)

一、烤烟体内磷的含量、形态和分布	(94)
二、烤烟体内磷的生理功能	(95)
三、烤烟对磷的吸收	(97)
四、烤烟体内磷的同化与输送	(100)
五、磷与其它养分的相互作用	(101)
六、烤烟磷素丰缺诊断	(103)
第二节 土壤中的磷	(103)
一、土壤中磷的含量与形态	(103)
二、土壤中磷的转化	(105)
三、土壤中磷的迁移	(109)
第三节 磷与烤烟品质的关系	(110)
一、磷与烤烟内在化学品质的关系	(110)
二、磷与烤烟香吃味	(112)
第四节 磷的有效施用	(113)
一、常用磷肥品种及其性质	(113)
二、磷肥的残效	(116)
三、磷肥的有效施用方法	(116)
第五章 烤烟的钾素营养	(119)
第一节 烤烟中的钾	(119)
一、烤烟中钾的含量、形态和分布	(119)
二、钾的生理功能	(121)
三、钾的吸收、分布与运输	(123)
四、钾与其它养分的相互作用	(125)
五、钾缺乏症状与诊断	(128)
六、钾与烤烟的抗逆性	(129)
第二节 我国植烟土壤的钾素状况	(131)
一、土壤中钾的含量与形态	(131)
二、土壤中钾的转化	(133)
第三节 钾与烤烟品质的关系	(141)
一、钾与烤烟内在化学品质的关系	(141)
二、钾与烟叶燃烧性	(143)
三、钾与烟叶香吃味的关系	(144)
第四节 钾肥的有效施用	(144)
一、烤烟对钾肥的响应	(145)
二、钾肥的有效施用	(145)
第六章 烤烟中微量元素营养	(149)
第一节 烤烟钙素营养	(149)
一、烤烟中的钙	(149)
二、土壤中的钙	(156)

三、钙与烤烟品质	(158)
四、钙的施用	(159)
第二节 烤烟镁素营养	(161)
一、烤烟的镁营养	(161)
二、土壤中的镁	(167)
三、镁与烤烟品质	(170)
四、镁的施用	(171)
第三节 烤烟硫素营养	(173)
一、烤烟的硫营养	(173)
二、土壤中的硫	(181)
三、硫与烤烟品质	(184)
第七章 烤烟的微量元素营养	(186)
第一节 硼	(186)
一、烤烟中的硼	(186)
二、土壤中的硼	(191)
三、硼与烤烟品质的关系	(196)
四、硼的有效施用	(197)
第二节 锌	(198)
一、烤烟中的锌	(198)
二、土壤中的锌	(203)
三、锌与烤烟品质的关系	(208)
四、锌的有效施用	(209)
第三节 铜	(210)
一、烤烟中的铜	(210)
二、土壤中的铜	(214)
三、铜与烤烟品质的关系	(219)
四、铜的有效施用	(220)
第四节 铁	(221)
一、烤烟中的铁	(221)
二、土壤中的铁	(225)
三、铁与烤烟品质的关系	(230)
第五节 锰	(231)
一、烤烟中的锰	(231)
二、土壤中的锰	(235)
三、锰与烤烟品质的关系	(238)
四、锰的有效施用	(239)
第六节 烟草钼营养	(240)
一、烤烟中的钼	(240)
二、土壤中的钼	(243)

三、钼与烤烟品质的关系	(246)
四、钼的施用	(246)
第七节 氯	(247)
一、烤烟中的氯	(247)
二、土壤中的氯	(250)
三、氯与烤烟品质的关系	(251)
四、氯的施用	(252)
第八章 烤烟营养的其它问题	(253)
第一节 烤烟的有机营养	(253)
一、有机营养的内涵与外延	(253)
二、烤烟对有机营养的吸收	(253)
三、有机肥料与烟叶品质的关系	(256)
四、主要有机营养来源与特征	(257)
第二节 烤烟专用肥	(259)
一、专用肥的配方原理	(260)
二、工艺的选择与专用肥肥效的关系	(263)
三、肥料施用量的确定	(264)
四、施肥时间与施肥方式	(265)
第三节 烤烟的营养抗性	(265)
一、真菌病害	(266)
二、细菌病害	(268)
三、病毒病害	(268)
四、虫害	(268)
五、施肥对病虫害的直接和间接影响	(269)
主要参考文献	(270)

第一章 烤烟营养原理总论

第一节 植物生长必需的营养元素

一、烤烟生物体的元素组成

同其它作物一样,烤烟从土壤和其它环境中吸收各种化学物质,并通过一定的代谢活动将这些物质转化成自己的机体或用作能源。在活的烤烟植株中,水分约占 70%~80%;除去水分后的有机体称为干物质,其中有机化合物约占 90%~95%,矿质元素为 5%~10%(史瑞和,1989)。

植物体的主要有机质为蛋白质,其它为含 N 化合物、脂肪、淀粉、多糖、纤维素和果胶。烤烟与其它作物所不同之处在于其含 N 化合物中含有较多的烟碱。有机质主要由 C,H,O,N 四种元素组成,它们在燃烧时都会变成气态。

烤烟燃烧后残留的部分称为灰分。灰分中含有 P,K,Ca,Mg,S,Fe,Mn,Cu,Zn,Mo,B,Cl,Si,Na,Al,Se,Cd,Ni,As 等 70 多种元素。烤烟的元素组成及其含量多少同烤烟品种本身特性有关,也同它们生长的环境,特别是土壤环境有关。人类的栽培措施,特别是施肥量的多少和养分元素间的搭配也会极大地改变烤烟的元素组成。表 1.1 是采自中国云南、贵州、河南、山东、安徽、辽宁等省的 400 多个烤烟样品化验后得出的各种主要元素的平均组成情况。可见,除 C,H,O 三种主要从空气和水中所获取的元素外,我国烤烟矿质元素含量以 Ca,K,N,Si,Mg,P,Cl,S 的含量最高,其次是 Na,Fe,Al,Mn,再次之为 Zn,B,Cu,然后是其它的痕量元素。对比表 1.1 和表 1.2 的结果可以看出,并不简单的是土壤中某种元素的含量越高,烤烟对其的吸收就高,而是烤烟对某些元素存在极大的选择性。例如土壤中 Si、Fe 和 Ti 的含量都极高,但烤烟对它们的吸收累积量却都极少;尽管

表 1.1 烤烟体内主要化学元素含量

元素	含量(%干物重)	元素	含量(%干物重)
O	64.44	Fe	0.0465
C	16.35	Al	0.0494
H	9.19	Mn	0.0122
Ca	3.45	Zn	0.00318
N	1.69	B	0.00257
K	1.81	Cu	0.00173
Si	1.21	Ni	0.00087
Mg	0.50	V	0.00057
P	0.27	Ti	0.00036
Cl	0.36	Mo	0.00017
S	0.55	Co	0.00012
Na	0.04		

土壤中 K、Ca 和 Mg 的含量比 Si、Fe 和 Ti 的含量低,但烤烟对它们的累积量却比后者高;同样土壤中 Na 的含量高于 P,但烤烟对 P 的累积却高于 Na。造成这种现象的原因除了某些元素尽管总含量高,但可溶性养分,即有效养分含量较低有关外,主要还同烤烟的生命活动对某些元素有选择性有关。

表 1.2 土壤中主要物质、元素的含量

物质	含量(%)		元素	含量(斤 ^① /亩 ^②)	
	热带	温带		可溶部分	总量
SiO ₂	3~30	60~95	Ca	143~728	1 456~14 560
Fe ₂ O ₃	10~70	0.5~10	Fe	1.4~28.6	286~14 560
TiO ₂	0.5~15	0.3~2	Zn	0.26~2.86	2.86~72.8
MgO	0.1~3	0.05~1	Cu	0.13~2.86	0.26~28.6
Na ₂ O	0.01~0.5	0.1~2	Mg	14~143	286~14 560
Al ₂ O ₃	10~40	2~20	Mn	1.4~28.0	14.3~1430
MnO	0.1~1.5	0.005~0.5	B	0.13~0.78	0.52~14.3
CaO	0.05~0.5	0.3~2	Mo	0.0026~0.13	0.078~1.4
K ₂ O	0.01~1	0.1~4			
P ₂ O ₅	0.01~1.5	0.03~0.3			

①1 斤=0.5kg,②1 亩=666.6m²。

二、烤烟生长必需的营养元素

烤烟体内所含的几十种元素并不是每一种都是烤烟正常生长不可缺少的。而且,烤烟体内某种元素含量高也并不表示这种元素为烤烟所必需。而有些元素虽然在烤烟体内的含量可能极微,但却又可能恰恰是烤烟生长不可缺少的。如果缺少这种元素,烤烟的新陈代谢就会受阻,烤烟的产量和品质就会极大受损。

作为烤烟生长所必需的营养元素必须满足以下三个条件:

- (1)没有这种元素存在时,烤烟无法完成其生活周期及生殖循环。
- (2)烤烟对这种元素的需求是专一的,缺少这种元素时,烤烟会产生特定的病症,而满足这种元素的需求后,这种特征病症就会消失。
- (3)这种元素必须在植株体内直接起作用,例如作为必须代谢的组成成分或在某一酶体系中起作用,而不是仅仅使其它元素更容易生效。

到目前为止,一般认为烤烟所必需的营养元素共有 16 种,它们是:碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、锰(Mn)、铜(Cu)、锌(Zn)、钼(Mo)、硼(B)和氯(Cl)。

在烤烟体内,16 种必需营养元素分别起以下作用:①是细胞结构组成成分及其代谢活性化合物的组成成分。②为维持细胞的有序化,即正常代谢活性所必需。③在烤烟体内能量转移中发挥作用。④在各种酶的活动不可缺。

三、必需营养元素的分类

由表 1.1 可知,烤烟体内各种元素含量差异极大,根据体内含量的多少可将植物营养

元素分为大量元素和微量元素。烤烟体内大量元素包括 C,H,O,N,P,K,Ca,Mg 和 S,微量元素包括 Fe,Mn,Cu,Zn,Mo,B。Cl 在烤烟中是一种比较特殊的元素,在一般高等植物中,由于其含量甚微,因此,一般都划入微量元素的最后一位。尽管氯含量过高会影响烤烟品质,但烤烟对氯有较强的吸收和富集能力。因此,如果以含量多少来分类,更多的情况下,氯应划入大量元素的范围。但有一点必须明确的是,这里仅仅是根据含量多少来划分,而并不表示烤烟对氯的需求很大。

如果从生理的角度看,植物体内必需营养元素划分为大量元素和微量元素是不恰当的。因此,根据营养元素在植物体内的生化行为和生理功能来进行分类就显得更为合理一些。如果采用这个分类系统,可将植物体内营养元素进行如表 1.3 所示的分类。

表 1.3 烤烟必需营养元素按功能分类

分类	生 理 功 能
第一组 C, H, O, N, S	有机体的主要组成成分,酶反应过程中原子基团的必需元素,通过氧化-还原反应过程而被同化
第二组 P, B	与烤烟体内的醇基起脂化反应,磷酸脂在能量转化中起重要作用
第三组 K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	在维持细胞渗透压中起非专性作用,在维持蛋白酶最佳构型中起专性作用,反应中的键桥作用、离子平衡作用、控制膜透性和膜电位
第四组 Fe, Cu, Zn, Mo	在辅基中以络合态存在,通过价态变化进行电子传递

第一组包括植物有机体的主要组成成分,C,H,O,N 和 S。碳主要以大气中 CO_2 形态被吸收,也有可能从土壤溶液中以 HCO_3^- 离子形态被吸收。这些化合物通过形成羧基的羧基化过程而被同化,而且,同化碳的过程往往包括同化氧,因为代谢的不仅仅是碳,而是 CO_2 或 HCO_3^- 。H 主要从水中获得。在光合作用过程中,水被降解为 H,然后通过一系列的过程,导致烟碱酰胺腺嘌呤-核苷酸(NADP^+)还原为还原态的 NADPH ,由于还原态的 NADPH 上的 H 可以传送给许许多多不同的化合物,所以,这是一个非常重要的多酶反应过程。烤烟以 NO_3^- 和 NH_4^+ 的形态从土壤中吸收 N,吸收的硝态氮首先必须经过还原,然后再被胺基化。而铵态氮则直接通过胺基化而被同化。植物对 S 的吸收与同化与 NO_3^- 相似,即首先从土壤中吸收 SO_4^{2-} ,然后被还原成 SH^- 基团。但同时烤烟还能通过叶来吸收大气中的 SO_2 。烤烟吸收和同化 C,H,O,N,S 的过程是烤烟生长代谢过程中最基本的生理过程。

第二组中的 P 和 B 以无机阴离子或电中性分子态被吸收,主要是在脂类代谢中起重要作用,它们本身也是许多脂的组成成分。

第三组养分由 K,Ca,Mg,Mn 和 Cl 组成,它们均以离子态从土壤中被烤烟根系吸收。在细胞中,它们或以离子态存在,或被有机酸所吸附。镁被叶绿素紧紧络合而成为其中不可缺少的一员。在这一点上,镁与第四组元素相似。第四组元素包括 Fe,Cu,Zn 和 Mo,除钼外,它们均主要以络离子的形态存在。事实上,钙、镁和锰也都可以被强烈的络合。因此,第三组和第四组之间的划分界限也不是绝对的。

四、烤烟中的有益元素

随着科学技术的进步和生产发展的需要,许多科学工作者展开了对 16 种必需营养元素以外的元素在植物生长中作用的研究。这些元素包括钠、钴、硅、硒、碘、铝、钒、镍、铬、砷和各种稀土元素。这些元素除了对某些元素为必需外,对大多数植物而言,并不是不可缺少的,但它们的存在对许多作物的生长具有一定的促进作用,对产品的品质也具有一定的改善作用。这些元素被称为有益元素,本节将比较详细的介绍一些有关这方面的内容。

由于传统上对经济作物,尤其是对烤烟的研究重视不够,有关烤烟有益元素的研究不多。但已有研究者指出,叶面喷施溴化钾(KBr)可以促进烤烟的生长,提高烤烟产量,改善烤烟品质(韩锦峰,1988)。许多研究者报道了施用稀土元素对烤烟的影响情况,认为稀土元素能促进烤烟烟株增长,增加有效叶片数,扩大叶面积,增加叶绿素含量,导致光合作用增强,提高单叶重,促进早熟,改善烟叶落黄情况等。施用稀土元素后,中上等烟比例提高,产值增加,并改善了烤烟的抽吸品质。

有益元素中,有些是动物必需的,或对人必需的。例如,缺硒时,人就会得克山病等疾病。烤烟中硒含量增加也被认为对卷烟吸食者有正面的效应。因此,近年中国也有人开展了一些富硒烟的研究。但值得指出的是,硒本身同时是一种有毒元素,而且从有益到有害的范围很窄,烟叶中含量过高时,也有可能引起吸食者中毒。所以,在硒的问题上应谨慎从事,以避免不良结果。

碘是另一种人和动物的必需营养元素,如果食物中缺乏碘,人和动物就会患地方性甲状腺肿。尽管碘是否为植物必需目前尚未明确,但已有报道指出施碘可以促进植物生长,促进植物体内叶绿素、胡萝卜素和维生素 A 的合成,影响呼吸作用和碳水化合物的代谢等。同样,碘浓度过高时,会对植物产生较强的毒害作用,这种毒害作用从老叶开始,逐渐失绿并枯死,而新叶呈暗绿色,生长严重受抑,叶子反卷,叶尖和叶缘坏死,严重的甚至整株死亡。烟草中碘的含量范围一般为 0.55~1.75mg/kg。碘对烟草花叶病病毒活性有特别意义,当 pH 为 5.6~6.6 时,碘对病毒活性影响很小,高于或低于这个范围,病毒活性有较大降低,当 pH 为 4.5、5.9、8.3 时,病毒完全失活(Agatov,1945)。

一般认为,在低浓度时,铝会促进某些作物的生长,但铝过高时,却会对植物产生毒害作用。在烟草上,低浓度的铝也似乎稍微增加烟株生长速率。在铝相当于 302.7kg/亩的水培中,烟株没有出现中毒症状(Anderson et al.,1931),然而当用柠檬酸铝时,浓度为 0.00012 mol/L 烟株就会出现中毒症状(Eisenmenger,1935)。我国目前尚无烤烟产生铝毒害的报道,而云南却有学者指出,在云南烟区,铝也许是云南烟叶品质较好的原因之一(曾望群、杨双兰,1993)。但这个推论的主要依据是云南烟叶品质因素和矿质养分含量多少的统计结果,而云南烟区土壤可吸收态铝本身比许多烟区为高,因而,这种推论方式的结果仍是有待进一步研究的。

有益元素中,钠占有非常重要的席位。对某些作物而言,钠是必需的矿质营养元素,例如澳洲囊状盐蓬。许多研究表明,对于生长在盐土上的 C_4 植物,钠基本上都是正常生长所必需的矿质营养元素,而对于 C_3 植物却并不是必需的。以后的研究逐渐揭示,对于钠而言存在四种情况:其一钠是这些植物正常生长所必需的,例如糖用甜菜、萝卜等;第二

类植物中,钠不是必需的,但其中一部分钾可以被钠替代而生长不受影响,例如甘蓝、棉花、豌豆、亚麻等;第三类植物中,钠没有明显的生长效应,但正常生长所需的钾可部分被钠替代,这类植物有大麦、狗尾巴草、水稻、燕麦、番茄、马铃薯和黑麦草;第四类植物中,正常生长所需的钾一点也不能用钠来替代,这组植物包括玉米、黑麦、大豆、菜豆等。

钠对生长的刺激作用主要是影响植物的水分平衡和细胞的伸展。在建立液泡的溶质势,从而引起膨压的产生和细胞的伸展等方面,钠的作用比钾还强。因此,在水分逆境条件下,对于喜钠植物施用钠肥可以增加早期生长阶段的叶面积指数,相应地增强了光能的截获,并提高了生长季节期间水分逆境条件下对水分的利用效率,从而提高作物的产量和品质。

从表 1.1 的结果看,我国烤烟对钠的累积量还是十分高的。在大量施用钾肥而未施钠的情况下,钠的累积量仍达到了钾的 2.39%,而在河南烟区,钠的累积量竟可达到钾的累积量的 10% 左右。有研究指出,在烟草上钠也可部分代替钾。钠不足时,烟苗生长降低了 30%。因此施用钠肥可以促进烟草生长(McEvoy, 1955),但这种促进作用是在施用硫酸钠和硝酸钠时(Gupta, 1962a; Verona and Stefanelli, 1951),当使用氯化钠时,会对烟株产生毒害作用,甚至杀死烟株(Gupta, 1962b)。

五、烤烟中的有害元素

烤烟中的有害元素事实上应包括两个方面的概念,其一是某种元素对烤烟本身的生长有害,其二是也许这种元素对烤烟本身无害,却对吸食卷烟者有害,或者皆具备上述两个方面。

已有研究表明,烤烟对镉具有较强的富集能力,而且在酸性土壤上种植的烟草其烟叶含镉量比在中性和石灰性土壤上要高得多。由表 1.4 可见,南方烟区酸性土壤上产出的烟叶镉含量远高于北方烟区石灰性土壤上烟叶镉含量。由于烟草控制镉向茎芽的输送,因此,镉都积累在叶中,以下部叶片最高,中部次之,上部叶最低(King, 1988)。在被镉污染的土壤和淤泥上种植烟草,烟叶中含镉量分别达到 69.4mg/kg 和 67.4mg/kg 干物质(Gutenmann et al., 1982; Isermann et al., 1984)。污染土壤和正常土壤上所产烟叶烟气中镉的总含量分别为 6.71 μ g/支和 0.24 μ g/支。

表 1.4 我国一些主要产烟省的中部叶镉含量(1994 年)(mg/kg)

烟区	云南	贵州	河南	山东
平均含量	1.40	3.02	1.01	1.24
最高含量	4.01	9.99	1.92	2.12
最低含量	0.52	0.55	0.20	0.85
样本数(个)	54	70	100	28

砷(As)对烤烟的影响是人们感兴趣的又一课题。研究表明,烟株对砷有极大的耐性。烟草中砷的含量随砷用量的增加而增加,砷处理对烟叶产量没有显著的影响,对烟草生长也没有肉眼可见的差别(Small and McCants, 1962)。烟叶中砷的含量主要由土壤砷含量、土壤结构和土壤铁含量所决定,烟株从砂质土壤中吸收的砷量大于从粘质土中吸收的砷量,从高含铁量土壤中吸收的砷量高于从低含铁量的土壤中吸收的砷量,施铁也会提