

培育富钾烟草品种降低烟叶焦油产生量

石屹 牛佩兰 窦玉清 王树声 梁洪波 申国明

〔中国农业科学院烟草研究所 山东青州 262500
中国烟草总公司青州烟草研究所〕

摘要 本文首先分析了国内外烟草低焦油育种进展缓慢的原因,进而探讨焦油产生量和烟叶无机养分含量之间的关系,认为在无机养分中,钾对烟叶焦油产生量的影响最大。根据作物矿物质营养性状遗传改良原理,认为培育富钾烟草品种可提高我国烟叶含钾量,从而达到烟叶降焦的目的,并能提高烟株抗逆、抗病性,改善烟叶品质,一举多得,实为低焦油育种的一条新途径,值得重视和发展。

关键词 烟草品种 钾 焦油

在吸烟和健康问题受到普遍关注的情况下,英、美等国低焦油卷烟发展很快,进入90年代卷烟低焦油标准由15mg/支降至12mg/支(郑新章,1997),低焦油卷烟市场占有率较高,如1995年美国低焦油卷烟市场占有率约为60%,1994年意大利为43.5%,1996年英国、德国低于10mg/支的卷烟均约占36%,日本卷烟市场平均焦油由1974年的18.0mg/支降至1994年的9.5mg/支。目前我国卷烟焦油量为18~25mg/支(苏勇,1997),部分甲级烟已达17mg/支左右,并有中柔、灵芝、中南海、金沙、上海、红双喜等品牌低焦油卷烟,但低焦油卷烟所占市场份额有限,卷烟平均焦油量相对较高,致使卷烟新国标不能按期实施。其主要原因之一是低焦油卷烟配方对烟叶质量提出了较高的要求(杨大光,1991;夏明阳,陈松峰,钟庆辉,康义文,郑新章,1997),而我国卷烟烟叶原料焦油量偏高,香气不足,制约工业降焦技术的充分使用。

左天觉先生(1975)曾指出,随着烟草生产技术的发展,有可能通过农业技术降低烟叶焦油产生量,然而我国在采用农业措施降低焦油方面进展不大,一方面因为采取农业措施缺乏相应的研究基础,另一方面农业措施远没有卷烟工艺的改进见效快。但在目前烟叶质量制约工业降焦的状况下,采取农业技术降低烟叶焦油,提高烟叶质量显得更为迫切,其中培育低焦油烟草品种仍不失为普遍降低烟叶焦油产生量的有效措施。

1 低焦油育种研究及存在的问题

低焦油育种研究起始于60年代末,70年代末80年代初达到鼎盛时期,80年代后期至今只有零星的报道。因此,要开展低焦油育种工作,有必要对已有的低焦油育种工作进行分析总结,汲取经验教训,避免走弯路。

低焦油育种的基础是烟草品种间焦油的遗传差异。烟叶焦油在烟草类型间存在着差异,(Chaplin,1975;Abmad,1976;Yoshida,1978;Schiltz,1978;Legg,1981),以白肋烟最低,其次是深色烟熏烟、东方烟,烤烟最高(低生物碱品种除外);烤烟品种间焦油产生量也存在着差异(Tso,1968;Rathkamp,1973;Equchi,1973;Wernsman,1977;Chaplin,1977,1982;White,1979;Chakraborty,1982),如PFF-2,Cok-

er258,Reams266焦油量高于15mg/支,而PFF-3,Coker86,Coker284焦油含量则较低;左天觉研究的6个烤烟品种中,Coker139比SC58湿焦油量少20%;Wernsman研究的10个烤烟栽培种的PMI值范围为192.3~210.6mg/g烟叶;Chaplin(1980)曾列出世界各地大量烟草引种的焦油范围为15.58~37.59mg/支,并没有异常低的品种,Grabulski在1996年CORESTA会议上报道了香料烟品种间焦油产生量的差异。从已公开发表的烟草品种烟叶焦油产生量的数据分析,烟草品种间烟叶焦油产生量具有遗传上的差异,但这种差异相对较小,并没有烟叶焦油产生量异常低的品种资源(低生物碱品种除外)(Chaplin,1980)。

烟草低焦油育种能够得到发展,应归功于化验方法的改进。低焦油育种需化验大批小量的样品,因FTC法需要样品量多,条件要求高,周期长,对于单株测试几乎是不可能的,因而,Long和Wilson(1978)提出了微粒物指数法(PMI法),适用于小样品的分析。Matzinger(1977)、Davis(1978)等对PMI法和FTC法进行比较,认为烟叶PMI值与卷烟FTC焦油之间呈现合理的相关性,Schiltz(1978)对5个类型15个品种的子叶和成熟叶的PMI研究表明,可以用子叶的PMI进行烟株焦油的早期选择,而Nelson(1984)则认为不宜用叶片的PMI作为焦油的选择指标。但PMI仍是低焦油育种普遍采用的选择指标。Thomao(1996)、Creamer(1996)提出了两种快速测定卷烟烟气焦油量的新方法,能否应用于低焦油育种还未可知。

Matzinger(1984)通过研究认为,烟气焦油量可以利用遗传变异来降低。Sato(1973)从Hicks×NFT706后代、Chiang(1984)从TT4×Lonibow后代都选出了低焦油品系,意大利、印度也培育出烟叶焦油较低的烟草品种(系)。这些研究引出的新问题是随着焦油的降低,烟叶烟碱含量也降低了,降低的幅度比焦油大,焦油和烟碱呈遗传上的正相关,育成的低焦油品系是以降低烟碱为代价的,进而提出了焦油/烟碱比这一选择指标。在利用低烟碱品系减少焦油的研究中(Rathkamp,1973;Tso,1977;Chaplin,1977;Sims,1979),低烟碱品系虽然引起焦油生成量的轻微降低,却剧烈地增大了焦油/烟碱值。育种目标转移到通过提高烟碱并同时保持或降低焦油水平上,一种方法是Matzinger(1984)的交替选择

石屹,助理研究员,主要从事烟草营养与遗传研究。

收稿日期:1997—05—15

法,在低PM₁的C2群体中,采用低PM₁高烟碱亲本,经过七轮选择,PM₁微有上升,从213.9mg/g烟叶上升至225.3mg/g烟叶,烟叶的烟碱从2.45%升至3.11%,PM₁/烟碱值减小了,平均下降3%,同时烟碱的增加导致了产量的降低。Chaplin(1982)将高烟碱基因从黄花烟转移到烤烟品种,一些品系比对照烤烟焦油量低些,但烟碱并无显著增加。Pandeya(1979, 1980, 1981, 1985)也利用黄花烟作为低PM₁高烟碱来源,培育出Nordek, Delgold, New del等品种,认为这些是低焦油、低焦油/烟碱值品种,但在国内已鉴定焦油的品种中(内部资料),它们的焦油、焦油/烟碱并不是最低的。Matzinger(1989)探讨了在选育过程中不需分析样品的焦油而降低焦油/烟碱值的方法,为了增加烟碱水平和保持群体平均产量水平,对NC13×MC Nair138群体选择时,采用了约束选择指数,在进行增加烟碱选择时,导致了焦油/烟碱值的降低,认为在增加烟碱的选择中,设计低焦油/烟碱比值比低PM₁更为有效。所有这些研究中,除低烟碱品种(系)外,焦油降低幅度有限,目前尚未见真正低焦油、高烟碱育成品种的报道。可见,利用遗传方法单纯降低烟叶焦油产生量比较容易做到,困难的是如何在降低烟叶焦油产生量的同时能保持一定的烟碱含量。

我国农业降焦刚刚引起重视(罗军, 1997; 郑新章, 1997),在降低烟气有害成分而又满足一定香吃味和劲头方面研究较少(王元英, 1995)。1979年受农业部委托,中国农科院烟草研究所黄静勋、吴帼英等开展烟叶焦油量普查,以后该所王宝华等鉴定了204个烟草品种的烟叶焦油产生量,这是迄今为止国际上鉴定焦油品种数目最多的,可惜未能继续开展低焦油育种工作。

与此同时,工业上采用膨胀烟丝、烟草薄片、滤嘴、高透气度卷烟纸、滤嘴打孔、提高烟叶燃烧性、降低加糖量等措施都有效地降低了烟支烟气的焦油量。

综上所述,烟草低焦油育种比预期的进展缓慢,亦远落后于卷烟工业降焦油技术的发展,我们认为这主要由以下几方面原因造成的:

1.1 受化验分析方法的限制,选育低焦油的烟草品系,需要化验大量的样品,用FTC焦油法几乎是不可能的;采用微粒物指数法,虽然用样少,但要求条件高,步骤多,仅少数具备条件的单位才能进行,也不利于化验大批量样品,难于进行广泛的遗传资源鉴定和群体选择,育种学家盼望着快速、可靠的焦油分析技术的建立。

1.2 对焦油产生量的遗传变化缺乏本质上的研究,选择指标过于笼统。虽然遗传操作使烟叶焦油量降低,但对数千种粒相物的变化实际上仍一无所知,如果以其关键成分作为遗传变异的选育物进行鉴定,预计其进展将比目前企图降低焦油中各种组分更快。

1.3 烟草焦油量的遗传变异相对较小,缺少特异的育种材料,不利于遗传操作的选择。

1.4 低焦油育种受烟叶其他化学特性的制约。虽然采用各种育种方法,也没能在大幅度降低焦油的同时保持适当的烟碱含量,没有很好地解决吸烟者对吸烟生理强度和对安全性需求的矛盾。

显然,低焦油育种要想得到发展,必须在技术和方法上进行革新。左天觉在1975年第三届吸烟与健康会议上曾指出,对其他有机物和无机物的遗传进行研究,通过育种选择或者无性杂交,在某些特定成分的含量方面可获得符合要求的理想烟草种质。这种新烟株可能使烟气中凝聚物生物活性大大降低。因无机养分化验分析简单,其对烟叶品质和化学

成分的影响比较清楚,含量易于通过生产措施改变,故有必要对烟叶无机养分和烟叶焦油的关系进行专门的研究。

2 烟叶焦油产生量和烟叶无机养分含量的关系

工业降低焦油的一条有效途径是提高烟叶燃烧性,能够提高烟叶燃烧性的技术措施都有助于降低烟叶的焦油产生量。Bain(1930)、A ffoe(1940)、Peretrsn(1963)的研究均表明烟叶化学成分中以钾离子对烟叶燃烧性影响最大,后来Yamamoto(1992)向烟叶添加1%~5%的钾,使焦油降低20%,Horler(1993)也获得了类似的结果;国内也以向烟丝中添加钾盐作为提高燃烧性、降低焦油的一种手段。

烟叶中钾离子浓度和焦油量也有一定的相关性,Chaplin(1980)的一项试验中,提高钾肥施用量有使烟叶焦油产生量降低的趋势;在预测烤烟烟气总微粒物的公式中,钾为主要的负因子(Verdonck, 1985)。L egg(1987)研究表明烟叶中钾离子浓度与总粒相物呈极显著的负相关,并给出了计算公式:

$$Y(\text{总粒相物}) = 36.4 - 0.844X(\text{钾离子浓度}) + 0.0137X^2, R^2 = 0.93^{***}$$

郑新章(1997)在一份综合报告中强调,提高烟叶和烟丝中的有机钾含量,可以有效地降低其焦油量的结论已被国外的许多研究试验所证实。这里的有机钾是指通过公式计算出来的,以钾的总量减去主要的阴离子量。但提高有机钾含量,首先得先提高钾的总含量,尤其是在我国烟叶含钾水平并不高的情况下。

根据吴帼英等1982年发表的烤烟品质安全性和叶位相关关系的研究数据统计,同一烟草品种,烟叶焦油量和烟叶钾、钙、镁、氯含量呈负相关,相关系数依次为-0.366、-0.544、-0.865、-0.784;与磷、氮含量呈正相关,相关系数为0.481、0.758;另据烟草24个品种鉴定结果分析,烟叶含钾量和焦油产生量呈极显著的负相关($r = -0.768$),氮和焦油相关性不显著,焦油的变异系数为14.4%,钾含量的变异系数为38.2%,氮含量的变异系数为17.0%。

因而,烟叶无机养分含量影响烟叶焦油量,以钾的影响最大,有目的地改变烟叶养分含量可降低烟叶焦油产生量。

国内研究表明(牛佩兰, 1996; 胡国松, 1997),我国烟叶磷、钾含量普遍偏低,钙、镁含量偏高,同时,烟叶的氯含量不宜过高,可见通过提高烟叶钙、镁、氯含量或降低烟叶磷含量来减少烟叶焦油产生量不符合我国烟草生产实际。而卷烟工艺中添加钾可降低烟气中的焦油量,所以,提高烟叶含钾量是通过调节烟叶养分含量来降低烟叶焦油产生量的合理选择,也是卷烟工业降焦技术向农业的延伸。

3 培育富钾烟草提高烟叶含钾量

如何有效提高烟叶含钾量一直是我国烟草生产上急需解决的一项重要技术难题,国内从事烟草研究的专家、学者就增加钾肥用量、改进钾肥施用技术、研制钾高效肥料,减轻土壤固钾等方面做了大量深入、细致的工作,但从整体上看,烟叶含钾量尚未有较大幅度的提高;实际上,中国土壤钾含量并不低,只是在现在的生态条件下,栽培烟草对钾的吸收、积累能力较低罢了,烟叶钾含量低,属于遗传学缺乏(陈化榜, 1995)。

国外70年代兴起的矿质营养性状遗传改良理论为我们提高烟叶含钾量指出了新的方向(牛佩兰, 1996)。美、英等国

研究表明,作物品种对养分的吸收、积累、利用方面存在着遗传差异,并在筛选出磷高效、铁高效基因型的基础上,成功地培育出一些铜高效、铁高效品种,有效地克服了土壤养分的遗传学缺乏对生产的不良影响;作物在吸收、积累钾方面也存在基因型差异,并且能够遗传。如菜豆的钾效率由单个基因控制,番茄品系的钾效率主要是加性效应,马铃薯钾效率受加性或隐性基因控制,山羊草的细胞质明显增加中国春小麦籽粒的含钾量。因而筛选出钾高效基因型品种,培育富钾烟草,可提高烟叶含钾量。牛佩兰等研究表明,烟草的吸钾能力和烟叶含钾量在基因型间存在着明显差异,钾素是烟草矿质养分中变异最大的。中国农科院烟草研究所经过3年时间鉴定了400份烟草种质资源的钾积累效率(富钾能力),已找出富钾的育种材料,并着手进行烟草钾积累效率的遗传规律研究,为富钾烟草品种的培育作准备。新发现的能吸收利用土壤矿物钾且叶片含钾量在7%以上的种质的富钾特性(内部交流资料),也可通过各种手段向烟草转移。培育富钾烟草的实质是发挥烟草品种吸钾能力强的遗传特性,充分利用土壤、肥料中的钾素。因而,富钾烟草品种的培育不久将成为现实,若能培育出富钾品种,可望显著地提高我国烟叶的含钾量,从而促进我国烟叶和卷烟焦油量的降低。

4 培育富钾烟草品种降低烟叶焦油产生量的优点

相对低焦油育种,培育富钾烟草品种具有以下有利条件。

4.1 遗传基础好。烟草品种间烟叶含钾量的变异系数在35%以上,焦油的变异系数为14.4%,钾含量的遗传变异大,有利于选择吸钾能力强的育种材料,遗传进度快。

4.2 目标明确,化验简单、方便,必要时可进行田间速测,能在短时间内化验大量的样品,选择范围广,可满足育种程序的需求。

4.3 在降低烟焦油同时,可提高烟株抗病、抗逆能力,减少农药用量和残留。

4.4 在降低烟叶焦油产生量的同时,对烟叶烟碱含量不会有较大的影响,可同时满足吸烟者对卷烟烟碱和安全性的需求。根据烟叶含钾量和烟碱、焦油关系分析,烟叶含钾量的提高,可降低烟焦油,不会对烟叶烟碱含量产生较大的影响。

4.5 可提高我国烟叶的品质。烟叶钾含量本身就是烟叶的品质指标,同时,烟叶含钾量的提高,亦可增加烟叶香气,改善烟叶颜色、结构和燃烧性。

目前我国低焦油育种有两条途径,一条是利用低焦油遗传资源培育低焦油、低烟碱品种,可用于发展淡味型卷烟;另一条途径是通过培育富钾品种提高烟叶燃烧性来降低烟叶焦油产生量,培育低焦油、高烟碱品种,以烟叶含钾量为选择指标进行低焦油育种,可用于发展低焦油卷烟。这两条途径均具备开展工作的基础和条件。其中,培育富钾品种利多弊少,实为低焦油育种的新途径,并可望解决我国烟草生产中存在的一些问题,可谓一举多得,值得重视和发展。

主要参考文献

- 1 王元英等.中美主要烟草品种亲源分析与烟草育种.中国烟草学报.1995,2(3):11—21
- 2 王宝华等.我国部分烟草品种资源的品质状况.中国烟草.1991,(4):30—36
- 3 牛佩兰等.烟草基因型间钾效率差异研究初报.烟草科技.

- 1996,(1):33—35
- 4 左天觉等.采用农业技术降低烟叶和纸烟中烟碱和焦油的含量.中国烟草.1979,试刊:43—46
- 5 左天觉著(朱尊权等译).烟草的生产、生理和生物化学.1993,上海远东出版社.446
- 6 苏勇.降低烟气有害成分提高卷烟吸食安全性.云南烟草.1997,(2):16—19
- 7 吴帼英等.烤烟产量品质安全性与叶位相关关系的研究.中国烟草.1982,(1):1—10
- 8 陈化榜等.植物矿质营养育种研究进展.中国农业科学.28(增):1995,1—16
- 9 陈松锋.吸烟与健康问题有待于进一步研究.云南烟草.1997,(2):6—14
- 10 胡国松等.我国主要产烟省烤烟元素组成和化学品质评价.中国烟草学报.1997,3(3):36—45
- 11 郑新章.国际低焦油卷烟研究成果及其发展趋势.烟草研究与管理.1997,(4):4—12
- 12 杨大光.烤烟型低焦油卷烟的原料改革探讨.云南烟草.1991,(2):60—61
- 13 罗军.从农业生产的角度探讨降低卷烟烟气中焦油含量的可能性.中国烟草科学.1997,1(1):36—37
- 14 钟庆辉.关于开发烤烟型低焦油卷烟的思考与实践.上海烟草.1997,(2):5—7
- 15 康义文.对烟草及其制品降焦工程的思考.湖北烟草.1997,(4):30—37
- 16 查普林.1980,用遗传学的技术减少烟草中的焦油幅度.第七界国际烟草科学大会.马尼拉.轻工业部全国烟草工业科技情报站译.1981
- 17 查普林.1986,以烟叶和烟气中化学成分不同水平为目标培育烟草品种.中国烟草学会成立大会暨第一次会员代表大会会刊.轻工业出版社.P410—439
- 18 Badgett, C. O. et al 1951, Extraction of essence from tobacco seams U SDA, Agr. Res. Ad. A 10-298
- 19 Chaplin, J. F. 1975 Comparison of type 32 and flue-cured tobacco cultivars produced under flue-cured culture when air and flue-cured Tob. Sci 19: 120-122
- 20 Chaplin, J. R. , 1980, Production factors affecting chemical compounds of the tobacco leaf, Recent Advances of Tobacco Science, 6: 3—63
- 21 Chaplin, J. R. , et al, 1982, Altering condensate levels in tobacco smoke by genetic techniques Beitrage zur Tabakforschung, 11: 151—160
- 22 Chiang, T. H. , 1984, Genetic study and development of low alkaloid tobacco varieties, Bull. taiwan Tob. Res. Inst. , 20: 1—11
- 23 Long, T. M. , et al, 1978, A method for the prediction of smoke particulate matter yields from ground tobacco analyses Tob. Sci 22: 81—83
- 24 Matzinger, D. F. , et al, 1970, Inheritance and relationships among plant characters and smoke constituents flue-cured tobacco 5th Int Tob. Sci. Cong. Proc. P68—76
- 25 Matzinger, D. F. , et al, 1978, Genetic modification of total particulate matter in tobacco smoke, Tob. Sci 22: 138—140
- 26 Matzinger, D. F. , et al, 1984, Genetic modification of total particulate matter, Recent Advances in tobacco Science, 10: 15—51
- 27 Matzinger, D. F. , et al, 1989, Restricted index selection for total alkaloids and yield in tobacco. Crop Sci. , 29: 74—77

烟草普通花叶病株根际几种酶活性的测定

江玉平 刘义新 冯 玮 郑武平

(合肥经济技术学院 安徽 230052)

摘 要 田间采集土样测定烟草普通花叶病株与健壮烟株(健株)的根际土、非根际土的几种酶活性。试验结果表明: 健株与病株的根际土、非根际土的多酚氧化酶活性无差异; 健株与病株根际土脲酶、磷酸酶活性高于非根际土, 但病株根际土的脲酶、磷酸酶活性比健株根际土低, 分别低 39. 1% 和 16. 4%; 病株根际土的过氧化物酶活性高于健株根际土和非根际土, 分别高 9. 4% 和 12. 6%。

主题词 烟草 普通花叶病株 根际 酶活性

土壤酶来自微生物、植物、动物的活体或残体, 土壤酶活性是土壤中生物学活性的总体现, 在土壤系统的物质和能量转化过程中起着重要作用^[1], 当其参与元素循环时, 影响植物可获得的营养元素^[2]。根际是植物根与土壤相接触的微域环境, 由于根系分泌物、脱落物以及微生物的作用, 根际土的酶活性与非根际土之间存在一定差异^[1], 但有关烟草根际酶活性则少有报道。烟草普通花叶病是一种在目前技术水平下难以彻底防治的病害, 以往对烟草花叶病的大量研究侧重于地上部, 而对地下部的关注则较少。一种作物地上部感病, 生物体的新陈代谢活动受影响, 叶片中多种酶活性, 特别是过氧化物酶与酚类代谢有关的酶由于病原侵染会有所改变^[3], 必然会使根系的分泌物、脱落物的数量、种类发生变化, 并影响到根际微生物的正常活动, 从而引起根际土中生物化学等的变化。本试验旨在了解烟株感染普通花叶病毒后根际土中几种酶的活性, 为生产上采取措施恢复病株生长提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 田间试验情况

1.1.1 土壤 土壤为本院试验站的耕种粘盘黄棕壤, 耕层基本性状为: 土壤有机质 13. 8g/kg, 碱解氮 75. 8mg/kg, 有效磷(P_{2O_5}) 20. 4mg/kg, 速效钾(K_2O) 111. 1mg/kg, pH (H_2O) 6. 35, 重壤土, 地势平坦, 前茬休闲。

1.1.2 试验方法 每试验小区种烟 60 株, 双行区, 小区面积 $36m^2$, 行株距为 $100 \times 60cm$, 3 次重复。供试品种为烤烟 NC89。按每亩施纯 N 5kg, N : P_{2O_5} : K_2O 为 1 : 2 : 2 的比例施肥, 用 N 量的 60%、 K_2O 量的 50% 以及 100% 的 P_{2O_5} 量作基肥, 余下的 N、 K_2O 用量在栽后 28 天追施, 肥料品种

为烟草专用复合肥(15-15-15)、过磷酸钙和硫酸钾。进行常规田间管理。

1.2 根际土的获取

在试验区有 50% 左右的烟株感病时采集土样, 每小区选有代表性的感染普通花叶病的烟株 15 株与健壮烟株 15 株, 采用手工剥离法^[4], 获取根际土样, 共 6 个。同时, 在两烟株中间部位用土钻取土(深 20cm), 每小区取 20 个点混合在一起构成非根际土(对照), 共 3 个。

1.3 土壤酶活性测定

多酚氧化酶用邻苯三酚比色法, 酶活性表示: 没食子酸 mg/g 土($30^\circ C \cdot 1h$); 脲酶用 Hoffmann 与 Teicher 法, 酶活性表示: $NH_4^+ - N$ $\mu g/g$ 土($37^\circ C \cdot 24h$); 磷酸酶用 β -甘油磷酸钠法, 酶活性表示: P_{2O_5} mg/2g 土($30^\circ C \cdot 1h$); 过氧化物酶用 Bartha 与 Bordelean 法, 酶活性表示: 没食子酸 mg/g 土($30^\circ C \cdot 1h$)^[5]。

2 结果与分析

2.1 烟株根际土脲酶、磷酸酶的活性

从表 1 可见, 健壮烟株与感病烟株的根际土脲酶活性都显著高于非根际土; 磷酸酶活性病株根际土高于非根际土但差异不显著, 健株根际土磷酸酶活性则显著高于非根际土。这表明根际的生化过程较旺盛, 有利氮磷有机物的转化与释放, 便于根系摄取养分。这是与根系的分泌物、脱落物及微生物活动的作用有关, 植物通过根系以根系脱落物或分泌物的形式进入根际区, 一般占其总同化碳量的 15%~25%, 高的达 40%^[6], 微生物“根际效应”的 R/S 值(根际 1g 土中的微生物(R)与相应非根际 1g 土中微生物(S)数量之比)烟草为 17. 7^[7]。

江玉平, 讲师, 从事土壤学教学和科研工作。

收稿日期: 1997—05—26

- 28 Pandeya, R. S., 1985, Tobacco genetics and plant breeding, L igher, 55(2): 24—28
- 29 Tso, T. C., et al, 1982, Simple correlation and multiple regression among leaf and smoke characteristics of burley tobacco, Beitrage zur Tabakforschung, 11: 140—150
- 30 Verdonk, O. M., et al, 1985, The use of tree bark and tobacco waste in agriculture and horticulture in composting of agriculture and other wastes, GA SSER, J. K. R., ED. Elsevier Applied

Sciences Ltd P203—215

- 31 Wernsman E. A. Potential for particulate matter reduction through tobacco genetic and cultural modifications, Proceeding of American Chemical Society Symposium Meeting New Orleans, LA
- 32 1996 年 CORESTA 会议论文集, 1996, 东京

(责任编辑 王华彬)