

江西烤烟生产常用有机肥质量研究

苑举民¹, 何宽信^{1*}, 李立新¹, 胡蓉花², 石屹³, 杏朝刚¹, 张超群¹, 陈国军³

(1.江西省烟叶科学研究所, 南昌 330025; 2.吉安市烟草公司, 江西 吉安 343000; 3.中国农业科学院烟草研究所, 青岛 266101)

摘要: 通过室内检测各肥料养分、有机营养成分和有害成分含量, 对江西烤烟生产常用有机肥质量进行了研究。结果表明, 商品有机肥大部分水分超限、过半产品有机质含量未达到低限标准。从水分、有机质、总养分, 有机营养物质等指标综合分析, TT 质量较高, SN、TD 其次, 这 3 种有机肥较明显好于 QS、JS。各种商品有机肥铅、镉、铬、砷、汞含量均在 2011 年有机肥料执行标准 (NY 525—2002) 限量范围内。主成分分析得出, 第 1 主成分为碳氮因子, 第 2 主成分为磷钾因子。系统聚类分析与主成分分析分类结果一致, 14 个样品分为 5 类, 分别为未发酵饼肥, 发酵饼肥, 氨基酸含量高、含量中等、含量低的商品有机肥。相关分析得出, 有机质、粗脂肪、总糖、总氨基酸、总氮各指标之间呈极显著正相关关系。第一主成分中的总氨基酸含量是衡量有机肥品质最为重要的指标和可控指标之一。

关键词: 烤烟; 有机肥; 养分; 质量; 主成分

中图分类号: S572.062

文章编号: 1007-5119(2016)02-0029-07

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2016.02.006

Analysis on the Quality of Organic Fertilizers for Tobacco in Jiangxi

YUAN Jumin¹, HE Kuanxin^{1*}, LI Lixin¹, HU Ronghua², SHI Yi³,
XING Chaogang¹, ZHANG Chaoqun¹, CHEN Guojun³

(1. Tobacco Science Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330025, China; 2. Ji'an Tobacco Company, Ji'an, Jiangxi 343000, China; 3. Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao 266101, China)

Abstract: In order to provide theoretical basis for fertilizer selection, the quality of commonly used organic fertilizers in flue-cured tobacco production in Jiangxi province was studied through determination of nutrient contents, contents of organic nutrients and harmful components. The results showed that the water content of most of the commercial organic fertilizers exceeded the limit, and the organic matter of more than half of the products was lower than the lower limit standard. Based on the analysis of water content, organic matter, total nutrients, organic nutrients and other indicators of fertilizer quality, the quality of TT was the best, the quality of SN and TD followed, and these three kinds of organic fertilizers were better than QS and JS. The contents of lead, cadmium, chromium, arsenic and mercury in all tested organic fertilizers were within the limit range of NY 525-2002 in 2011. The principal component analysis showed that the first principal component was the carbon and nitrogen factor, and the second principal component was the phosphorus and potassium factor. The system cluster analysis showed similar results with the principal component analysis. The tested 14 samples were divided into 5 classes, including unfermented rape cake, fermented rape cake, and high, medium and low amino acid content organic fertilizers. The correlation analysis showed that organic matter, crude fat, total sugar, total amino acid and total nitrogen showed highly significant positive correlations between each other. The results showed that total amino acid content of the first principal component was the most important and one of controllable indicators of the quality of organic fertilizers.

Keywords: flue-cured tobacco; organic fertilizer; nutrient; product quality; principal component

对有机肥质量评价既有传统的有机肥肥效试验评价方法, 又有以统计学为基础的分类评价方法^[1]。赵梦霞等^[2]依据氮、有机物、钾、磷四因子各自对

作物的重要性, 分别给以 40%、25%、20%、15% 的权重对河南有机肥进行赋值分类。有关学者曾利用模糊子集法和采用单层次关联评估方法对不同肥

基金项目: 江西省烟草公司科技项目“烤烟商品有机肥筛选评价与示范推广”(201001019)

作者简介: 苑举民(1982-), 男, 农艺师, 硕士, 从事烟草营养与品质研究。E-mail: yuanjumin@163.com。*通信作者, E-mail: hekuanxin@163.com

收稿日期: 2015-10-12

修回日期: 2016-01-09

料进行综合分析研究^[3-4]。张艳艳等^[5]对烟田常用有机肥进行主成分分析得出,有机肥第一、二、三主成分分别为碳因子、氮因子、磷因子。随着现代农业的发展和农业内部产业化结构的调整、有机肥料趋于产业化、商品化^[6],有机肥料行业标准(NY 525—2002)于2002年8月发布,为商品有机肥的监管起到了重要约束作用,填补了有机肥料行业的空白。随着时代进步,2011年9月发布了相对更为严格的新标准NY 525—2011,2012年进行了修改,于3月发布了现行标准NY 525—2012。NY 525—2012与NY 525—2002差别主要为以下3个方面。总砷、总汞、总铅、总铬指标限量更为严格;对有机质、总养分含量要求有所提高,对水分(鲜样)含量、酸碱度要求更宽松;有机质含量计算增加了校正系数1.5^[7]。

商品有机肥目前在烟草种植中得到广泛应用,但是对烤烟商品有机肥质量研究还未见有报道。本文以江西烤烟生产常见商品有机肥为材料,通过室内检测各养分含量、有机营养成分和有害成分含量,并利用主成分分析、聚类分析等多元统计方法综合研究其质量,旨在为选择优质烤烟商品有机肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样地点

采集的样品为近两年江西烟叶产区从本地、福建、云南新引进的常用商品有机肥,采样时间为2011年,采样点分布在江西省兴国县、黎川县、峡江县、瑞金市主要产烟县(市),具体采样地点与种类如表1。其中TD、SN有机肥为2011年江西烟草采购的中标物资,采购量分别为2542t、5926t,采购比例分别为30.02%、69.98%。CK1、CK3为在当地购买的菜籽饼,CK2、CK4为利用当地菜籽饼根据烟农习惯添加少量粪尿自制发酵的菜籽饼肥。

1.2 样品采集与制备

样品采集制备依据有机肥料标准(NY525—2002)^[8]进行。

表1 有机肥样品采集种类与地点

肥料种类	肥料名称	采样地点	肥料产地
酵菜籽饼	CK1、CK3	兴国县山塘村、黎川县熊村	江西
发酵菜籽饼	CK2、CK4	瑞金市沙下村、峡江县南东村	江西
商品有机肥	TT、TT	兴国县山塘村、黎川县熊村	云南
商品有机肥	SN、SN	兴国县山塘村、黎川县熊村	福建
商品有机肥	JS、TD、QS	兴国县山塘村	江西
商品有机肥	JS、TD、QS	黎川县熊村	江西

注: I、II代表同一种肥料样品采集地点不同。

1.3 检测方法

检测指标包括总氮、总磷、总钾、粗脂肪、氨基酸、总糖、有机质、氯离子、粪大肠菌值、重金属等。

总氮、总磷、总钾、有机质测定参照有机肥料标准(NY525—2002)进行,氨基酸用83550型氨基酸分析仪测定(GB/T 14965—94)^[9],总糖采用铁氰化钾比色法、粗脂肪采用福斯自动索式提取系统测定^[10-11],Cl⁻测定参照GB 15063—2009复混肥料标准附B进行,粪大肠菌值测定参照GB 7959—1987粪便无害化卫生标准进行,铅、镉、铬、砷、汞利用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)测定。

1.4 数据统计分析

全文试验数据采用Excel 2003和DPS软件(7.05版)进行统计分析。

2 结果

2.1 有机肥质量分析

2.1.1 有机肥有机质含量及主要养分含量状况
2011年样品采集时执行的有机肥料标准为NY 525—2002,规定有机肥料总养分(N+P₂O₅+K₂O,以烘干基计)4%,有机质(以烘干基计)300g/kg,水分(鲜样)20%。由有机肥常规指标含量及与限量标准相对偏差(表2、3)可知,TT、TD有机肥总养分含量最大,SN、QS次之,JS总养分含量最低,但均达到了4%的行业标准。JS、QS有

机质含量分别较明显低于标准，TD 有机质含量稍低于标准；SN、TT 有机肥有机质含量均明显超过标准。除 SN 有机肥外，TD、QS 有机肥水分含量严重超标，TT、JS 有机肥水分含量超标也较为严重。综上所述，根据肥料总养分、有机质、水分技术参数对照有机肥行业标准来讲，TT 质量较高，SN、TD 其次，这 3 种有机肥较明显好于 QS、JS。

另外，未发酵菜籽饼氮、有机质含量远高于其他肥料，发酵菜籽饼氮含量也较高，但发酵后氮、有机质含量明显降低。

由表 2 可以看出，未发酵菜籽饼有机营养含量远高于其他肥料，SN、TT 有机肥的粗脂肪、总糖、总氨基酸含量明显高于 TD、QS、JS，TD 有机营养总量略高于 JS，QS 有机营养总量最低。对同种肥料而言，TT 两个样品间钾含量、粗脂肪含量、总氨基酸含量，TD 两个样品间钾含量和磷含量，SN 两个样品间钾含量有较明显的差别。

2.1.2 有机肥中限制性指标含量状况 从表 4 中重金属等成分含量可以看出，QS 有机肥 Cl⁻含量 2.52%~2.86%，TD 有机肥 Cl⁻含量 1.37%~1.49%，

表 2 有机肥常规指标与有机营养物质含量

Table 2 Conventional indexes and organic nutrient contents of different organic fertilizers

肥料名称	水分/%	N/%	P ₂ O ₅ /%	K ₂ O/%	总养分/%	有机质/(g·kg ⁻¹)	粗脂肪/%	总糖/%	总氨基酸/(g·100g ⁻¹)
JS	26.0	1.44	1.96	1.98	5.38	155	0.14	0.71	1.93
JS	27.5	1.56	1.88	2.95	6.39	185	-	0.73	2.27
QS	43.4	1.55	2.31	3.33	7.19	168	-	0.30	1.47
QS	43.2	1.55	2.04	3.86	7.45	152	-	0.61	1.76
SN	17.3	2.08	2.12	2.94	7.14	379	0.89	1.38	4.56
SN	15.4	2.50	2.08	3.84	8.42	514	1.62	2.06	7.55
TD	41.3	2.17	3.34	4.37	9.88	245	0.82	0.60	2.48
TD	39.0	1.85	4.58	3.42	9.85	261	1.05	0.82	2.06
TT	31.2	2.68	2.04	4.69	9.41	416	0.76	1.21	7.94
TT	27.9	3.26	1.91	3.17	8.34	495	2.11	1.95	10.25
CK1	9.7	5.75	1.42	1.31	8.48	753	8.20	9.25	28.19
CK2	52.3	3.08	1.08	0.57	4.73	345	3.57	1.23	16.20
CK3	10.0	5.60	1.60	1.20	8.40	758	8.80	6.84	28.18
CK4	22.0	4.16	2.56	2.02	8.74	450	1.06	2.06	12.2

注：-代表未检出。

明显高于其他 3 种肥料。各种有机肥铅、镉、铬、砷、汞含量，粪大肠菌值均在 2011 年执行标准(NY 525—2002) 限量范围内。

表 3 有机肥各指标含量与行业标准 (NY 525—2002) 值相对偏差 %

Table 3 The relative deviation of the quality indicators of different organic fertilizers and the values of the industrial standard (NY 525-2002)

取样地点	检测指标	TD	QS	JS	SN	TT
兴国	水分	106.5	117.0	30.0	-13.5	56.0
	总养分	147.0	79.8	34.5	78.5	135.3
	有机质	-18.3	-44.0	-48.3	26.3	38.7
黎川	水分	95.0	116.0	37.5	-23.0	39.5
	总养分	146.3	86.3	59.8	110.5	108.5
	有机质	-13.0	-49.3	-38.3	71.3	65.0

表 4 各种有机肥重金属等成分含量

Table 4 Content of heavy metals and other ingredients of the organic fertilizers

取样地点	检测指标	标准上限	TD	QS	JS	SN	TT
			兴国	Cl ⁻ /%	1.49	2.86	0.8
黎川	铅/(mg·kg ⁻¹)	100	11.9	22.8	73.9	8.56	6.56
	镉/(mg·kg ⁻¹)	3	0.18	0.62	0.05	0.06	0.12
	铬/(mg·kg ⁻¹)	300	4.83	3.27	4.02	4.06	3.47
	砷/(mg·kg ⁻¹)	30	2.34	16.6	6.74	2.07	3.38
	汞/(mg·kg ⁻¹)	5	0.04	0.06	0.08	0.13	0.5
	粪大肠菌值/(g·个 ⁻¹)	10 ⁻¹ ~10 ⁻²	>1.11	>1.11	>1.11	>1.11	>1.11
	Cl ⁻ /%		1.37	2.52	0.15	0.17	0.14
	铅/(mg·kg ⁻¹)	100	25.9	35.9	9.7	0.01	0.03
	镉/(mg·kg ⁻¹)	3	0.14	0.64	0.06	0.03	0.04
	铬/(mg·kg ⁻¹)	300	3.7	3.39	3.56	3.87	2.32
	砷/(mg·kg ⁻¹)	30	2.32	16.4	6.5	1.56	2.12
	汞/(mg·kg ⁻¹)	5	0.07	0.07	0.06	0.06	0.08
	粪大肠菌值/(g·个 ⁻¹)	10 ⁻¹ ~10 ⁻²	>1.11	>1.11	>1.11	>1.11	>1.11

2.2 有机肥化学成分的主成分分析

2.2.1 有机肥化学成分的主成分分析 根据表 2 中有机肥总氮、总磷、总钾、有机质、总糖、粗脂肪、总氨基酸含量，用 R 型分析对有机肥样品进行主成分分析。由表 5 知，前两个主成分的累积贡献率达到 89.34%，因此只求前两个主成分即可，用 y_1 、 $y_2 \dots y_7$ 表示样本主成分，根据表 6 样本相关阵的特征向量前两个主成分的表达式分别为：

$$y_1=0.4156x_1-0.2303x_2-0.3036x_3+0.3949x_4+0.4180x_5+0.4078x_6+0.4302x_7,$$

$$y_2=0.1908x_1+0.7638x_2+0.4967x_3+0.2883x_4+0.1109x_5+0.1942x_6+0.0187x_7。$$

从第 1 主成分 y_1 看，总氨基酸 x_7 、总糖 x_5 、总氮 x_1 、粗脂肪 x_6 、有机质 x_4 的系数比较大，当样品的第 1 主成分分值比较大时，必有样品的有

机营养物质(总氨基酸、总糖、粗脂肪)有机质、总氮含量比较高，因此认为第 1 主成分为碳氮因子。第 2 主成分 y_2 中总磷 x_2 、总钾 x_3 的系数比较大，当样品的第 2 主成分分值比较大时，必有样品的总磷、总钾含量比较高，因此认为第 2 主成分为磷钾因子。

表 5 样本相关阵 R 的特征根、贡献率及累计贡献率
Table 5 Characteristic roots, contribution ratio, accumulative contribution rate of the sample related array

序号	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
1	5.319	75.98	75.98
2	0.935	13.35	89.34
3	0.491	7.01	96.35
4	0.138	1.97	98.32
5	0.061	0.88	99.20
6	0.052	0.74	99.94
7	0.004	0.06	100.00

表 6 样本相关阵的特征向量

Table 6 Feature vector of the sample related array

指标	变量	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
有机质	$x(1)$	0.4156	0.1908	0.0015	-0.4207	-0.2805	0.5765	-0.4504
总氮	$x(2)$	-0.2303	0.7638	-0.5921	-0.0437	0.0154	-0.0323	0.0989
总磷	$x(3)$	-0.3036	0.4967	0.7437	0.1442	0.1456	0.2548	0.0333
总钾	$x(4)$	0.3949	0.2883	0.2883	-0.4397	0.0216	-0.6957	-0.0057
总糖	$x(5)$	0.4180	0.1109	-0.0999	0.4296	0.6782	-0.0053	-0.3981
粗脂肪	$x(6)$	0.4078	0.1942	0.0555	0.6364	-0.6032	-0.087	0.1286
氨基酸	$x(7)$	0.4302	0.0187	-0.0138	-0.1321	0.275	0.3319	0.7818

2.2.2 应用主成分值对样品进行分类 根据表 7 中第 1、2 主成分值，将 14 个有机肥样品的第 1、第 2 主成分值分别作为样品的横、纵坐标，并在二维平面上描点作图，得到图 1，把图中相近的点视为一类，则可分为 5 类(表 8)，如下：第 1 类：CK1、CK3，为未发酵饼肥。第 1 主成分分值最高，第 2 主成分分值较低，总氨基酸、总糖、总氮、粗脂肪、有机质含量均远高于其他肥料高，磷钾含量较低；第 2 类：CK2 为发酵饼肥。第 1 主成分分值较高，第 2 主成分分值最低，总氨基酸、粗脂肪含量较高，总氮、有机质、总糖含量中等，磷钾含量最低；第 3 类：CK4、TT、TT、SN、SN，主要为氨基酸含量高的商品有机肥。第 1 主成分分值中等，

表 7 有机肥样品的第 1、2 主成分值

Table 7 Principle component score values of the organic fertilizers

肥料名称	第 1 主成分值	第 2 主成分值
TT	-0.7813	0.5305
JS	-1.4317	-1.2958
TD	-1.9103	1.2169
QS	-1.9214	-0.4181
SN	-0.7295	-0.2466
TT	0.4057	0.0921
JS	-1.5604	-0.9102
TD	-2.0272	1.9693
QS	-1.9488	-0.4460
SN	-0.1856	0.4333
CK1	5.2355	0.4338
CK2	1.3280	-1.9794
CK3	4.8780	0.3787
CK4	0.6490	0.2417

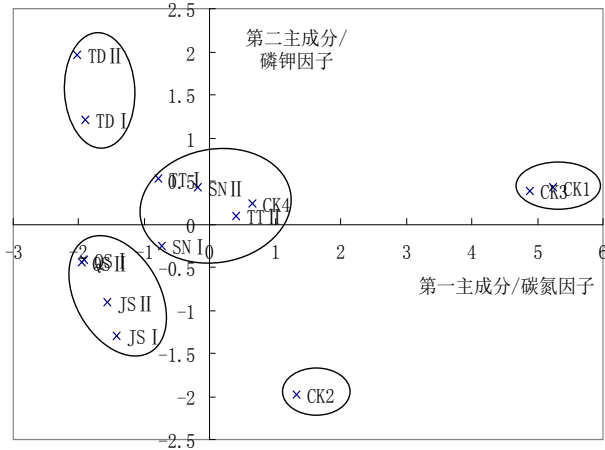


图 1 有机肥样品主成分分析分类图

Fig. 1 Distribution map of the principal component analysis on organic fertilizer samples

第 2 主成分分值较高，总氨基酸、总糖、总氮、粗脂肪、有机质含量中等，磷钾含量较高；第 4 类：TD、TD，为氨基酸含量中等的商品有机肥。第 1 主成分分值较低，第 2 主成分分值最高，总氨基酸、总糖、总氮、粗脂肪、有机质含量较低，磷含量最高。第 5 类：JS、JS、QS、QS，为氨基酸含量低的商品有机肥。第 1 主成分分值较低，

第 2 主成分分值中等，总氨基酸、总糖、总氮、粗脂肪、有机质含量最低，磷钾含量中等。

2.3 有机肥化学成分聚类分析

根据有机肥样品的总氮、总磷、总钾、有机质、总糖、粗脂肪、总氨基酸含量对样品进行系统聚类分析，对化学成分含量进行标准化变换处理，按欧式距离离差平方和法进行聚类，结果表明，按照欧式距离 3 计算，可分为 5 类（图 2），与主成分分析分类结果一致。

2.4 有机肥化学成分相关分析

根据 14 种有机肥的有机质、粗脂肪、总糖、总氨基酸、总氮、总磷、总钾含量做相关分析，得出各指标间相关系数如表 9，由结果可见，有机质、粗脂肪、总糖、总氨基酸、总氮各指标之间呈极显著正相关关系。有机质、粗脂肪、总糖、总氨基酸、总氮 5 个指标与总磷、总钾均为负相关，与总磷未达显著水平，粗脂肪、总糖、总氨基酸、总氮与总钾呈显著或极显著负相关。另外，总磷与总钾呈正相关，但未达显著水平。

表 8 各类有机肥营养含量及特点

Table 8 Nutrient contents and characteristics of various organic fertilizers

类别	有机质/(g·kg ⁻¹)	粗脂肪/%	总糖/%	总氨基酸/(g·100g ⁻¹)	N/%	P ₂ O ₅ /%	K ₂ O/%	碳氮因子/磷钾因子特点
第 1 类	755.50 a	8.50 a	8.05 a	28.19 a	5.68 a	1.51 bc	1.26 bc	最高/较低
第 2 类	345.00 c	3.57 b	1.23 b	16.20 b	3.08 b	1.08 c	0.57 c	较高/最低
第 3 类	450.80 b	1.29 c	1.73 b	8.50 c	2.94 b	2.14 b	3.33 ab	中等/较高
第 4 类	253.00 d	0.94 cd	0.71 b	2.27 d	2.01 bc	3.96 a	3.90 a	较低/最高
第 5 类	165.00 e	0.04 d	0.59 b	1.86 d	1.53 c	2.05 b	3.03 ab	最低/较高

注：不同小写字母代表差异达 5% 显著水平。

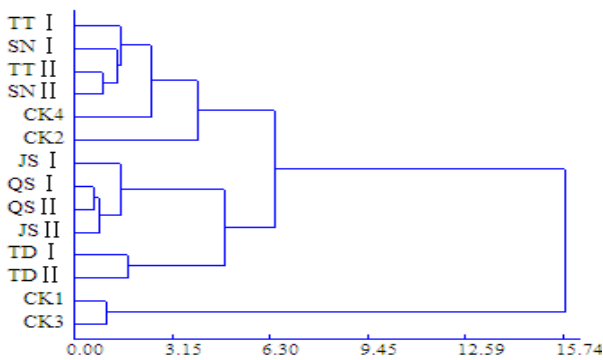


图 2 有机肥化学成分聚类图

Fig. 2 Distribution map of the organic fertilizer samples

表 9 有机肥化学成分含量间的相关系数

Table 9 Correlation coefficients between different nutrient contents of the organic fertilizers

相关系数	有机质	粗脂肪	总糖	总氨基酸	总氮	总磷	总钾
有机质	1	0.87**	0.88**	0.90**	0.93**	-0.36	-0.42
粗脂肪	0.87**	1	0.94**	0.96**	0.91**	-0.41	-0.65**
总糖	0.88**	0.94**	1	0.91**	0.91**	-0.38	-0.54*
总氨基酸	0.90**	0.96**	0.91**	1	0.97**	-0.51	-0.69**
总氮	0.93**	0.91**	0.91**	0.97**	1	-0.37	-0.59*
总磷	-0.36	-0.41	-0.38	-0.51	-0.37	1	0.51
总钾	-0.42	-0.65**	-0.54*	-0.69**	-0.59*	0.51	1

注：**和*分别表示相关系数达到 1% 和 5% 显著水平。

3 讨论

除总养分外,多数商品有机肥有机质、含水量没有达到行业标准,产品合格率低;对同种肥料而言,不同地点采集的样品部分指标差距较大,反映了商品有机肥的均质化程度差距较大。这需要肥料行业和肥料采购部门引起足够重视。造成产品合格率低、均质化程度低的原因有,一是生产厂家生产设备、工艺落后,大多缺乏烘干设备造成水分超限,产品湿度大,均质化降低;二是有机肥属于烟草行业季节性集中招标采购的物资,中标后生产厂家开始生产,工期有限,为履行合同赶工期造成质量下降。建议烟草行业在农用物资采购时尽量提前安排,给予厂家充足的生产周期。主成分分析得出第1主成分为碳氮因子,第2主成分为磷钾因子,与张艳艳等^[5]研究结果较为一致。土壤中氨基酸是土壤有机质的组成部分和主要氮源,对土壤肥力和植物生长具有很大意义^[12]。再者,土壤氨基酸是土壤微生物的重要营养源,可利用氨基酸为前体,合成植物生长调节剂,调节植物的生理过程^[13]。据 Aishad 等人^[14]研究,玉米根际内含有大量的微生物区系,可以将土壤中的氨基酸合成乙烯。本文研究得出,总氨基酸与有机质、粗脂肪、总糖、总氮之间呈极显著正相关关系;第1主成分碳氮因子中,总氨基酸的系数最大,表明氨基酸含量对肥料品质影响尤为重要。由上认为,总氨基酸含量是衡量有机肥品质最为重要的指标和可控指标之一。另外,与行业标准相比,商品有机肥水分大部分存在超限情况、过半产品有机质含量未达到低限标准。因此,建议在肥料采购中将总氨基酸、水分、有机质、总氮、总磷、总钾含量作为重要衡量指标。

有机肥料新标准修改了有机质含量测定方法,增加了校正系数 1.5,对有机质含量要求也由原来 30%提高到 45%,这与前面的规定是相辅相成的。新标准对水分(鲜样)含量由原来的 20%放宽到 30%,这有利于有机肥中微生物的存活,更易于保护有机肥的生物活性^[15-17]。叶江平等^[18]研究表明,堆肥过程中,水分是一个重要的因素。堆肥中水分的主要

作用在于溶解有机物,参与微生物的新陈代谢,水分的多少直接影响好氧堆肥反应速度的快慢,影响堆肥的质量。水分过低,不利于微生物生长,含量低于 10%~15%时,细菌的代谢作用会普遍停止,水分过高,影响通风,导致厌氧发酵,减慢降解速度,延长堆腐时间。生产商品有机肥料的原料种类较多,成分复杂,导致有机肥料中的重金属含量变异很大^[19-21],施用含重金属元素过高的肥料是导致土壤重金属污染的一个不可忽视的因素。新标准对铅、铬、砷、汞的限制更为严格,这与人类更加重视健康问题密切相关。

参考文献

- [1] 赵学蕴,金维续,曾木祥,等. 河南新乡河北邢台有机肥料的组成及质量评价[J]. 土壤通报,1994,25(7): 33-36.
- [2] 赵梦霞,程道,全武,等. 河南省有机肥质量等级的划分[J]. 河南农业科学,1995(11): 23-25.
- [3] 张明芝,汪寅虎,柯福源,等. 不同种类有机肥质量综合评价方法的探讨[J]. 土壤通报,25(7):74-76,1994.
- [4] 向志民,何敏. 厩肥资源质量分析与评价[J]. 陕西农业科学,2000(5): 14-15.
- [5] 张艳艳,苑举民,石屹,等. 烟草常用有机肥主要成分分析及质量评价研究[J]. 中国农学通报,2012,28(18): 154-159.
- [6] 刘秀梅,罗奇祥,冯兆滨,等. 我国商品有机肥的现状与发展趋势调研报告[J]. 江西农业学报,2007,19(4): 49-52.
- [7] 中华人民共和国农业部. NY525—2012 有机肥料[S]. 北京:中国农业出版社,2012.
- [8] 中华人民共和国农业部. NY525—2002 有机肥料[S]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [9] 中华人民共和国标准. GB/T 14965—1994 食物中氨基酸的测定方法[S]. 北京:中国标准出版社,1994.
- [10] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,1999.
- [11] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [12] 张旭东,须湘成,陈恩凤. 施用猪粪培肥土壤后土壤氨基酸含量的变化[J]. 土壤通报,1989,20(6): 260-262.
- [13] 张强,陈明昌,程滨,等. 植物与土壤的氨基酸营养研究进展[J]. 山西农业科学,2001,29(1): 42-44.

- [14] Arshad M, Frankenberger W T Jr. Microbial production of Plant hormones[J]. *Plant and Soil*, 1991, 133: 1-8.
- [15] 杨云高, 王树林, 刘国, 等. 生物有机肥对烤烟产质量及土壤改良的影响[J]. *中国烟草科学*, 2012, 33(4): 70-74.
- [16] 施河丽, 谭军, 秦兴成, 等. 不同生物有机肥对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. *中国烟草科学*, 2014, 35(2): 74-78.
- [17] 王洪云, 杨德海, 杨玉标, 等. 不同商品有机肥对绿色烟叶生产的影响[J]. *中国烟草科学*, 2015, 36(2): 49-54.
- [18] 叶江平, 贺方云, 吴峰, 等. 生物有机肥处理方式与微生物菌群关系研究[J]. *中国烟草科学* 2014, 35(5): 33-39.
- [19] 朱建华, 杨晓磊, 严瑾, 等. 上海商品有机肥料中重金属含量及影响因素研究[J]. *上海农业学报*, 2010, 26(4): 113-116.
- [20] 吴凌云. 福建省商品有机肥料重金属含量的分析与研究[J]. *福建农业科学*, 2010(1): 67-69.
- [21] 程旭艳, 王定美, 乔玉辉, 等. 中国商品有机肥重金属分析[J]. *环境污染与防治*, 2012, 34(2): 72-76.

《中国烟草学报》2016 年第 2 期目次

1 HPLC-ICP-MS 联用技术用于烟草中铬的形态分析研究.....	李登科, 范国樑, 姚鹤鸣, 等
8 糖或酸介质处理对烟草纤维素结构的影响.....	朱晓兰, 马扩彦, 高芸, 等
14 一种新的机械混合法制备 Ag(I)@ β 吸附剂及其吸附 CO 性能.....	岳盈溢, 朱保昆, 黄艳, 等
21 柠檬酸钾对纤维素裂解释放一氧化碳的影响.....	张华, 刘献军, 刘琪, 等
26 氨基硅烷化磁纳米颗粒固定化果胶酶改善烟草浸膏品质.....	颜克亮, 陈虹, 王文峰, 等
34 典型清香型烤烟产地间致香物质含量及组成差异分析.....	周芳芳, 张晓龙, 詹军, 等
43 烤烟新品种闽烟 12 选育研究.....	巫升鑫, 程崖芝, 余文, 等
52 负压灌溉对烤烟生长及水肥利用率的影响.....	肖海强, 丁亚会, 黄楚瑜, 等
61 前作大蒜行距对后作烤烟黑胥病防控效果的影响.....	薛超群, 牟文君, 胡利伟, 等
67 玉米秸秆促腐还田的腐解及对烤烟生长与产质量的影响.....	周米良, 邓小华, 田峰, 等
75 不同土壤处理对烤烟根际土壤生物学特性的影响.....	黄锦文, 唐莉娜, 曾文龙, 等
84 高温介导 N 基因对 TMV 免疫丧失的代谢轮廓分析.....	刘旭, 王耀峰, 余广宏, 等
93 <i>Nicotiana tabacum</i> Lin.- <i>N. plumbaginifolia</i> Viv. 杂种的鉴定及其育性和黑胥病抗性的初步分析.....	党江波, 赵申请玉, 邓红红, 等
100 基于关联分析发掘烟草高钾优异等位变异.....	樊文强, 孙鑫, 杨爱国, 等
108 超声和酶解除杂质法测定烟草中总细胞壁物质含.....	杨蕾, 陶自伟, 潘纯祥, 等
115 电子鼻检测和定量表达分析相结合对烟草香气突变体进行鉴定.....	焦禹顺, 向小华, 吴新儒, 等
124 论烤烟种植布局调整.....	周义和, 刘相甫, 黄晓东, 等
132 烟农专业合作社风险管理机制构建.....	陈琳, 刘文丽, 曾尚梅, 等
138 烟草行业科技重大专项项目绩效跟踪评价指标体系研究.....	汪志波, 郑新章, 邱纪青, 等
146 烟草网上订货系统安全防护思路.....	赖如勤, 于闽