

施肥对番茄风味成分影响的GC-MS分析

李吉进¹,张青¹,邹国元¹,边庆花²,李楠²,黄德明¹

(¹北京市农林科学院植物营养与资源研究所,北京 100097;²中国农业大学,北京 100193)

摘要:为了研究化肥和有机肥对番茄风味成分的影响,试验采用气相色谱/质谱联用(GC-MS)测定了不同处理(无肥对照、化肥和有机肥)番茄果实中风味成分含量。结果表明:番茄果实中共可检出50余种有机化合物。第一区间(0~3 min)检出的化合物都在50%以上,有机肥处理的番茄果实中以氨基脲、甲醇、正己烷、戊醛等为主;无肥对照处理以甲酸正丙酯、2,2-二乙磺酰基丙烷、羟基乙醛等为主;化肥处理则以分子氧为主。第二区间(3~13 min)有12种化合物为3种处理番茄果实所共有,有机化合物以各种醛类物质为主,可能是番茄果实风味成分的基本架构。第三区间(13~25 min)有机化合物含量较低,有10~15种有机化合物,无肥对照处理中出现几个含硅有机化合物,为其他处理所无。

关键词:有机肥;化肥;番茄风味成分;GC-MS分析

中图分类号:S147.5

文献标识码:A

论文编号:2009-1928

Study on Influence of Organic Manure and Chemical Fertilizers on the Flavor Substances of Tomatoes Using GC-MS Analysis

Li Jijin¹, Zhang Qing¹, Zou Guoyuan¹, Bian Qinghua², Li Nan², Huang Deming¹

(¹Institute of Plant Nutrition and Natural Resources, Beijing Academy of Agriculture and Forestry, Beijing 100097;

²China Agricultural University, Beijing 100193)

Abstract: Gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS) analysis was used to measure flavor substances in tomato fruits grown under three fertilization treatments. More than 50 organic compounds were detected from tomato fruits, with more than 50% of flavor content detected in the first interval (0–3 minutes). In the organic fertilizer treatment, the main flavor substances in tomato fruits were semicarbazide, methyl alcohol, n-hexane, and pentanal. In the no fertilization treatment, the main flavor substances were propyl methane ester, 2,2-bionic propane, and hydroxyl-acetaldehyde. In the chemical fertilization treatment, the main compound was dioxygen, which is perhaps one factor leading to poor flavor of tomato fruits. In the second interval (3–13 minutes), 12 compounds were detected for all the three treatments, and the organic compounds were mainly aldehydes, perhaps the basic framework of flavor substances. In the third interval (13–25 minutes), content of organic substances was low, 10–15 organic compounds were detected out, and several organic compounds containing silicon were discovered in the tomato fruits only from the no fertilization treatment.

Key words: organic manure, chemical fertilizers, tomato flavor substances, GC-MS analysis

0 引言

番茄果实品质评价一般都以测定Vc、糖、酸和硝酸盐等指标为主,其风味状况大都通过品尝,按口感进行

评价。由于人们口感差异很大,而且随着生活水平的提高,人们对番茄口味的喜好也发生变化,所以口感评级主观性较强,难以做出客观的评价。水果蔬菜风味是指

基金项目:国家科技支撑项目“以种养废弃物为原料的有机肥生产技术集成与示范”(2007BAD89B07);国家科技支撑项目“沿密云官厅水库集约化种养殖农业面源污染防治控制技术与示范”(2007BAD87B02);北京市重大科技项目“多功能肥料/基质研究与开发”(D0706004040431);北京市农林科学院科技创新能力专项“有机蔬菜土壤培肥及养分调控技术研究”。

作者简介:李吉进,男,1965年出生,山东新泰人,副研究员,博士,主要从事有机农业、生态农业、循环农业研究。通信地址:100097 北京市海淀区曙光花园中路9号北京市农林科学院营资所, Tel: 010-51503326, E-mail: lijijin65@yahoo.com.cn。

收稿日期:2009-09-22, **修回日期:**2009-09-29。

品尝过程中嗅觉、味觉和三叉神经感觉特征的复杂结合,包括人所能感觉到的食品香气、味道、口感和外部特征^[1],它是芳香物质、呈味物质和质地的综合体现^[2]。气相色谱/质谱联用(GC-MS)测试技术是近年来发展起来的,对物质化学成分进行分析测定的新技术,利用各种化学物质在色谱柱上的不同分层,用质谱计对其含量进行测定,按各峰区面积计算不同化合物的相对含量。目前已在番茄中鉴定出400多种芳香物质,主要包括醇类、醛类、酮类、萜类和酯类,以及含硫化合物等^[3-7]。

以往关于化肥和不同化肥配施对蔬菜风味品质的影响有一些研究。研究表明,挥发油是影响生姜风味的主要成分,适量增施氮肥能提高生姜挥发油含量,而过量施氮会导致生姜挥发油含量下降,降低了生姜的风味品质^[8]。Wright and Harris^[9]关于氮钾配合对番茄风味品质影响的研究结果指出,适宜氮钾配合能提高番茄风味,呈味物质和芳香物质均随着氮钾施用水平的提高而提高。刘松忠等的^[10-11]研究表明,施氮过多引

起植株旺长,造成植株的营养生长与生殖生长失调,果实风味品质下降;过少或不施氮则影响到前体物向芳香成分的转化,导致芳香物质含量低。

目前有关化肥和有机肥对番茄风味成分的影响罕见报道。为此,开展化肥和有机肥对番茄风味成分影响的研究,揭示化肥和有机肥对番茄风味成分的影响,对发展提高番茄风味的技术措施会有重要的理论价值和实际意义。

1 材料与方法

1.1 供试作物

供试作物为番茄,品种以色列1420。

1.2 供试土壤与肥料

供试土壤取自北京市青圃园菜蔬有限公司有机蔬菜生产基地——北京市大兴区长子营镇留民营生态农场。土壤基本理化性质见表1。供试肥料包括精制有机肥(鸡粪堆肥)、化肥(尿素、磷酸二铵、硫酸钾),其养分含量见表2。

表1 供试土壤基本理化性状

项目	土壤类别	质地	有机质/(g/kg)	碱解氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	pH
土壤	潮土	轻壤土	13.40	116	108	250	7.57

表2 不同肥料养分含量表

项目	有机质/(g/kg)	全氮(N,%)	全磷(P ₂ O ₅ ,%)	全钾(K ₂ O,%)
精制有机肥	418	2.50	2.24	1.86
尿素		46.1		
磷酸二铵		18.0	46.0	
硫酸钾				50.1

1.3 试验设计

试验共设3个处理:分别为(1)无肥对照;(2)有机肥;(3)化肥。各处理氮、磷、钾用量相等。试验用盆高22.0 cm,直径31.0 cm,每个处理重复7次,随机排列。有机肥施用方法为底肥用100 g/盆,追肥为50 g/盆,尿素、二铵、硫酸钾施用方法为底肥3.53-4.87-3.72,追肥1.77-2.44-1.86。

1.4 试验方法

试验于2006年在北京市农林科学院植物营养与资源研究所温室内进行。每盆装过3.0 mm筛土壤11.5 kg。施肥处理将肥料与土壤掺混均匀后装盆,每盆统一移栽苗情一致番茄苗1株。盆钵摆放密度行距0.8 m,株距0.5 m,四周摆放保护盆,以消除边行优势。每盆单独收获番茄果实累计计产,并于番茄结果中期取样检测果实品质。其它管理措施诸如整型灭茬、浇水次数、浇水量、松土、防病治虫等实施水平严格一致。

1.5 所需仪器

番茄果实风味成分测定在北京市农林科学院蔬菜中心完成,所用仪器为气相色谱/质谱联用仪(GC-MS 2010)。

2 结果与分析

2.1 不同处理对第一区间番茄中有机化合物的影响

施用有机肥、化肥和无肥对照3组处理的番茄果实经GC-MS分析测定,共检出各种有机化合物50余种,说明番茄果实风味成分的组合十分复杂。根据各种有机化合物在色谱检测中的出峰时间序列分成3个区间,0~3 min为第一区间,3~13 min为第二区间,13~25 min为第三区间。3个区间的有机化合物组成和相对含量列于表3、表4和表5。

表3是第一区间的各种有机化合物组成和相对含量,其中有机肥处理共出现14种有机化合物,15个峰,合计相对含量68.83%,化肥处理共出现7种有机化合物,14个峰,合计相对含量50.20%;无肥对照处理出现

表3 番茄果实风味成分的GC-MS分析(第一区间)

成分	有机肥		化肥		无肥对照	
	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%
氨基脲	1.033	1.06	1.697	3.19		
氨基脲	1.460	7.24				
乙酰肼	1.325	0.75			1.617	3.66
甲醇	1.528	5.37	1.509	1.51	1.992	3.04
O ₂	1.625	8.72	1.643	5.52	1.650	4.49
肼	1.692	9.94				
正己烷	1.883	19.26				
2,2-二甲基-4,6-二氧代-1,3-二氧六环	2.150	4.23				
3,3-二氟-3-溴-1-丙烯	2.267	2.86				
丙烯酸二丁酯	2.325	2.26				
戊醛	2.400	5.78	2.400	4.76		
O ₂			1.452	8.10	1.514	5.76
O ₂			1.857	9.56		
O ₂			2.100	5.37		
甲醇			2.575	0.42	2.550	1.46
甲酸正丙酯			1.992	6.52	1.818	13.94
未知			2.256	3.57		
羟基乙醛					1.442	4.50
2,2-二乙磺酰基丙烷					2.033	10.04
(Z)-二氟二氮烯					2.283	4.27
2,6-二氧代-1,4-二氧六环					2.483	3.37
其他		1.36			1.68	1.04
合计		68.83		50.20		55.57
峰数	15		14		12	

注：“其他”代表相对含量在1%以下的成分加和，下同。

表4 番茄果实风味成分的GC-MS分析(第二区间)

成分	有机肥		化肥		无肥对照	
	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%
己醛	3.473	6.23	3.462	9.63	2.741	0.22
(E)-2-己烯醛	4.310	1.10	4.297	1.68	3.470	7.99
6-甲基-5-庚烯-2-酮	6.824	0.52	6.816	1.39	6.274	0.30
2-正戊基呋喃	6.954	1.71	6.949	1.65	6.823	0.87
2-异丁基噻唑	7.916	1.49	7.908	3.72	7.226	0.30
(E)-2-辛烯醛	8.128	0.08	8.382	1.29	7.916	1.81
1-辛醇	8.617	0.14	8.609	0.23	8.388	1.22
癸醛	11.415	1.11	11.413	0.98	10.698	0.15
未知	13.135	7.94	13.132	9.16		
过氧乙醇					4.306	1.37
丙酸乙烯基酯					6.954	1.70
β -环柠檬醛					11.418	1.56
其他		3.3		4.6		3.34
合计		24.74		34.33		33.20
峰数	25		29		23	

表5 番茄果实风味成分的GC-MS分析(第三区间)

成分	有机肥		化肥		无肥对照	
	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%	出峰时间/min	相对含量/%
(Z)-二甲基-十一碳二烯-2-酮	15.859	4.36	15.857	9.58	15.204	0.09
未知	16.078	1.15	16.076	1.47		
三甲基-1-异丙氧基-(硅基)					15.862	5.60
乙二酸二丁酯					16.081	2.56
其它		0.92		1.42		2.73
合计		6.43		12.47		11.27
峰数	10		12		15	

10种有机化合物,12个峰,合计相对含量55.57%。这一区间有机化合物相对含量合计均在50%以上,是番茄果实风味的重要组成部分。但是,不同处理番茄果实所含有有机化合物组成各不相同,有机肥处理番茄果实内主要含有氨基脲,醇类,正己烷,肼和戊醇等化合物;无肥对照处理则以甲酸正丙酯、磺酸基丙烷、羟基乙醛、二氟二氮烯等为主。化肥处理番茄果实内风味成分与他们完全不同,在此区间出现的8种化合物14个峰中有6个峰是分子氧,其相对含量占该区间有机化合物的60%。由于分子氧不构成风味成分,因此,有理由推测化肥处理番茄果实风味较差。

2.2 不同处理对第二区间番茄中有机化合物的影响

表4所示为出峰时间3~13 min内(第二区间)各种有机化合物的种类和相对含量。此区间有机化合物分布的特点是由12种有机化合物为有机肥、化肥和无肥对照3种处理所共有,占此区间有机化合物合计数的一半左右,相对含量则占60%左右。其中主要为己醛、癸醛、己烯醛等醛类化合物,还有酮、呋喃、噻唑等。3个处理不同之处为有机肥与化肥处理主要含己醛(6.23%和9.63%),而无肥对照处理果实中主要含癸醛(12.37%)和己烯醛(7.99%)。由于这十几种有机化合物在3种处理中普遍存在,推测他们可能是番茄果实风味成分的基本架构,但是,在施肥与不施肥间还是有些差别。

2.3 不同区间对第三区间番茄中有机化合物的影响

表5是出峰时间13~25 min时间内的番茄果实有机化合物成分和相对含量。第三区间内有机化合物共检出10~15种,相对含量合计为6.43%~12.47%,其中,有机肥和化肥处理以(Z)-二甲基-十一碳二烯-2-酮含量较高,此化合物也是3种处理所共有,但无肥对照处理含量很低。无肥对照处理在15.862和16.081分有2个峰,相对含量在5.60%和2.56%,其他各种有机化合物含量均很低,但其果实内含有几个含硅有机成分,为

其他处理所无。

综上所述,用GC-MS法检出番茄果实风味成分的有机化合物包括了各种醇类、醛类、酯类、烯类和烷类化合物,还有氨基脲、肼、呋喃、噻唑等,组成非常复杂,其中除有13种以醛类为主的化合物为3种处理的番茄果实所共有外,大量有机化合物在各处理间均不相同,而且其相对含量也不高。所以对番茄果实风味成分的研究尚需深入进行。

3 结论

(1) 番茄果实风味成分的组成非常复杂,用GC-MS法共可检出50余种有机化合物。根据出峰时间序列,可将其分成3个区间,第1区间出峰时间0~3 min,检出有机化合物12~15种,合计相对含量在50%~70%之间;第2区间出峰时间3~13 min,检出有机化合物23~29种,合计相对含量24%~33%;第3区间出峰时间13~25 min,共检出有机化合物10~15种,合计相对含量6.43%~12.47%。

(1) 色谱出峰序列第1区间内各种有机化合物合计相对含量占总相对含量的一半以上,所以是番茄果实风味成分的主要组成,但是有机肥、化肥和无肥对照3处理的果实中有机化合物种类各不相同。有机肥处理的番茄果实中以氨基脲、甲醇、正己烷、戊醛等为主;无肥对照处理以甲酸正丙酯、2,2-二乙磺酰基丙烷、羟基乙醛等为主;化肥处理则以分子氧为主,可能使化肥处理番茄果实风味变差。

(3) 色谱出峰序列第2区间有机化合物分布的特点是有12种化合物为3种处理的番茄果实中都能检出,其含量分别为15.18%(有机肥)、22.12%(化肥)和25.95%(无肥对照)。有机化合物中以各种醛类物质为主,如己醛、己烯醛、癸醛等。推测它们可能是番茄果实风味成分的基本架构。

(4) 色谱出峰序列第3区间包括了10~15种有机化合物,但其相对含量均不高,大部分在1%以下。在无

肥对照处理中出现几个含硅有机化合物,为其他处理所无。

参考文献

- [1] 陈芳,阙健全,孔梅.浅谈食品风味化学[J].中国调味品,2001(7):30-32.
- [2] Hobson G. Cherry Tomatoes[J]. The Garden February, 1988(1):55-60.
- [3] Baldwin E.A, Scott J.W, Einstein M.A, et al. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1998, 123(5):906-915.
- [4] Baldwin E.A, Scott J.W, Shewmaker C.K, et al. Flavor Trivia and tomato aroma: biochemistry and possible mechanisms for control of important aroma components[J]. HortScience, 2000, 35(6):1013-1022.
- [5] Tandon K.S, Baldwin E.A, Shewfelt R.L. Aroma perception of individual volatile compounds in fresh tomatoes as affected by the medium of evaluation[J]. Posthary Biological Technology, 2000 (20):261-268.
- [6] 刘明池,郝静,唐晓伟.番茄果实芳香物质的研究进展[J].中国农业科学,2008,41(5):1444-1451.
- [7] 霍建勇,刘静,冯辉,等.番茄果实风味品质研究进展[J].中国蔬菜,2005(2):34-36.
- [8] 徐坤,郑国生,王秀峰.施氮量对生姜群体光合特性及产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2001,7(2):189-193.
- [9] Wright D.H, Harris N.D. Effect of nitrogen and potassium fertilization on tomato flavor[J]. Journal of Agricultural Food Chemistry, 1985, 33:355-358.
- [10] 刘松忠,姜远茂,彭福田,等.氮素处理对成熟草莓果实芳香成分的影响[J].山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(2):183-186.
- [11] 刘松忠,姜远茂,彭福田,等.不同氮素水平对棚栽草莓果实芳香成分的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,10(6):638-641.