

不同作物上沼液肥施用量优化增效试验研究

魏章焕 史努益 陆新苗 (浙江省宁海县农业技术推广总站 315600)

摘 要: 为在农业生产系统中充分利用沼液, 实现农业废弃物的资源化利用, 探索出沼液在不同作物中的合理用量, 特进行了不同作物上施用不同用量沼液肥对其相关产品的产量和品质的影响试验。结果表明, 施用不同用量沼液肥, 对作物的产量、品质等都有所提高。但因不同作物对铵态氮的耐受特性不同, 应注意沼液肥的用量与时间, 一般一季沼液最高施用量为水稻 150 t/hm²、小麦 110 t/hm²、大棚西瓜 200 t/hm²、草莓 80 t/hm²、柑桔 300 t/hm², 且应以基肥为主、追肥为辅, 并适当搭配施用化肥。

关键词: 沼液肥; 用量; 效果; 水稻; 小麦; 柑桔; 西瓜; 草莓

随着畜禽养殖规模化和农村沼气化建设的稳步推进, 固体废弃物基本已通过堆肥化处理和生产有机肥而得到有效利用, 但养殖废水和经过沼气池发酵产生的沼液, 大多直接排放到河道、海湾和附近农田, 造成了一定程度的环境污染, 因此, 养殖废弃物、废水的处理与利用已成为生态文明建设中一个重要的社会问题。沼液作为养殖场沼气工程处理后的废水, 含有丰富的有机质、腐殖酸、N、P、K 等营养成分及氨基酸、维生素、酶、微量元素等生命活性物质, 且这些营养物质的可利用率高, 能迅速被农作物吸收利用, 因而是培肥农田土壤和促进作物生长良好的营养物质。因此 加快推进沼液在农业生产系统中的充分利用, 形成自我生态良性循环, 既能减少环境污染, 又能提高土壤肥力, 还能实现农业节水灌溉, 节省化肥使用, 实现农业废弃物的资源化利用, 从而有力地推动农牧业发展的有机结合, 促进农业“双增”。为此, 笔者在水稻、小麦、柑桔、西瓜、草莓等不同作物上, 开展了沼液肥施用量优化增效的试验研究, 现将试验结果归纳如下。

1 沼液的成分与肥效

1.1 沼液的成分

了解沼液的理化性质是推进沼液肥应用、消纳的基础。本试验从不同的养殖源入手, 在猪场、牛场、鸡场 3 种养殖源 9 个取样点共取样 132 次, 完成分析检测 4 000 余次。检测结果表明, 不同发酵原料产生的沼液肥, pH 总体上表现为中性或微碱性, pH 值变化范围为 6.84-7.72 (均值为 7.63), 全氮含量为 0.27-2.9 g/kg (均值 1.53 g/kg), 全磷含量为 0.04-0.88 g/kg (均值 0.27 g/kg), 全钾含量为 0.27-1.8 g/kg (均值 0.98 g/kg), 且氮、钾养分以无机态为主。

1.2 沼液的肥效

检测结果表明, 沼液中的氮素营养能为作物生长提供所需养分, 且以铵态氮的形式为主, 但施用时需注意用量, 根据不同作物对铵态氮的耐受特性适量施用沼液, 防止高铵对作物产生毒害。同时, 根据《农业行业标准—有机肥料 (NY525-2012)》要求, 对主要来源于植物或动物, 施用于

土壤以提供植物营养为主要功能的含碳物料的有机肥, 要求总养分 (N+P₂O₅+K₂O) 含量 (以干计算) ≥ 5.0%, pH 值 5.5-8.5, 而沼液总养分低于国家有机肥标准, 因此沼液适宜与其它营养元素混合施用。

2 不同作物上沼液肥施用量优化增效试验

为探索沼液肥在不同作物上的合理用量, 本试验分别对不同作物 (水稻、小麦、西瓜、草莓、柑桔) 的农艺性状、产量、品质、病害等方面进行了分析, 以期优化分析出沼液肥在不同作物上的适宜用量及增产效果。

2.1 水稻上沼液肥施用量优化增效试验

本试验选取中等肥力水田, 设施沼液肥 150、300、450 t/hm² (分 2 次施用, 基肥 40%、追肥 60%) 和常规施肥 [CK, 基肥施三元复合肥 (15 15 15) 270 kg/hm², 追肥施尿素 600 kg/hm², 分 2 次施用], 共 4 个处理, 随机区组排列。

结果表明 (见表 1), 从水稻农艺性状来看, 株高、有效穗数、结实率、千粒重等随沼液用量的增加而增加。从水稻产量看, 也随沼液用量的增加而增加, 其中以沼液用量 450 t/hm² 处理的水稻产量为最高。说明沼液中含有一定量的腐植酸类物质, 具有刺激作物生长的作用, 在水稻上施用, 能有效增加有效穗数, 提高成穗率与千粒重, 继而增加产量。

表 1 施用沼液肥后水稻农艺性状比较

处理 (t/hm ²)	株高 (cm)	穗长 (cm)	每穗粒数(粒)			结实 率(%)	千粒 重(g)	产量 (kg/hm ²)	比 CK ±
			实粒	空粒	合计				
沼液肥 150	110.0	19.5	66.5	6.2	72.7	91.5	28.20	7 240.50	-656.25
沼液肥 300	111.3	19.6	64.7	5.6	70.3	92.0	28.27	7 968.75	72.00
沼液肥 450	117.2	22.0	74.1	2.9	77.0	96.2	28.30	8 228.25	331.50
常规(CK)	116.3	20.3	73.6	5.2	78.8	93.3	28.20	7 896.75	-

从土壤质量指标看 (见表 2), 稻田用不同浓度沼液肥灌溉, 对土壤质量影响不大。不同用量沼液肥灌溉后, 相比对照, 稻田土壤有机质含量有增有减, pH 值均比对照有所降低、但降幅有限, 土壤中磷含量随沼液施用量的增加而递增, 土壤中钾含量有增有减, 土壤中重金属铜、锌、砷、汞、铅、镉、铬等, 除汞随沼液施用量的增加而有少许递增外, 其余元素均变化不大, 未超过国家相关土壤质量标准。

2.2 小麦上沼液肥施用量优化增效试验

本试验设在浙东沿海淡涂泥田进行, 设处理: (1) 不施沼液 (对照), (2) 沼液作基肥 37.5 t/hm²、追肥 37.5 t/

收稿日期: 2015-10-09

表2 施用沼液肥后稻田土壤养分及重金属含量比较

处理 (t/hm ²)	pH	有机质 (g/kg)	速效K (mg/kg)	速效P (mg/kg)	速效N (mg/kg)	全N (%)	铜(mg/ kg)	锌(mg/ kg)	砷(mg/ kg)	汞(mg/ kg)	铅(mg/ kg)	镉(mg/ kg)	铬(mg/ kg)
沼液肥150	5.51	30.69	87.7	1.17	141.8	1.21	17.7	77.3	3.2	0.200	37.3	0.073	55.8
沼液肥300	5.44	31.92	87.3	1.36	154.7	1.22	18.5	81.4	3.4	0.214	37.2	0.082	56.8
沼液肥450	5.84	29.02	98.5	1.86	137.2	1.10	18.8	78.1	3.5	0.217	37.0	0.069	56.5
常规(CK)	5.91	30.42	95.7	1.17	132.6	1.12	18.3	82.3	3.6	0.174	37.1	0.088	59.9

hm², (3) 沼液作基肥 75 t/hm²、追肥 37.5 t/hm², (4) 沼液作基肥 112.5 t/hm²、追肥 37.5 t/hm², (5) 沼液作基肥 150 t/hm²、追肥 37.5 t/hm²。每小区面积 100 m²。氮、磷、钾施用总量各处理保持一致, 分别为氮肥(N) 180 kg/hm²、磷(P₂O₅) 31.5 kg/hm²、钾(K₂O) 45 kg/hm²。施肥原则: 氮肥作基肥、追肥各占 50%, 其中追肥分 3 次施入, 分别是麦抢肥 15%、分蘖肥 20%、长穗肥 15%; 磷、钾肥全部作基肥施入。供试小麦品种为“扬麦 12”, 于 12 月 1 日撒播, 用种量 270 kg/hm²。沼液作基肥于 11 月 25 日施入, 追肥于 2 月 1 日施入, 其它栽培技术均一致。

试验结果表明, 各处理小麦产量从高到低依次为处理 (3) (4) (5) (2) (1), 处理间产量差异均达极显著水平 (见表 3)。随沼液用量的增加, 小麦生育期有所推迟, 与对照相比, 施用沼液肥的小麦成熟期要延迟 2-3 d (见表 4)。

表5 小麦施用沼液肥的苗穗情况比较

处理	基本苗(万 苗/hm ²)	最高苗(万 苗/hm ²)	有效穗数 (万穗/hm ²)	成穗率 (%)	株高 (cm)	穗长 (cm)	每穗总 粒数(粒)	每穗实 粒数(粒)	结实 率(%)	千粒 重(g)
1(CK)	216.0	552.0	334.5	60.6	89.6	23.2	33.4	33.1	99.1	43.4
2	211.5	567.0	363.0	64.0	91.2	23.5	31.5	30.9	98.1	43.2
3	196.5	597.0	382.5	64.1	91.5	22.8	33.5	32.8	97.9	44.1
4	219.5	573.0	372.0	64.9	92.1	22.6	33.7	33.2	98.5	43.1
5	204.0	568.5	364.5	64.1	91.7	23.4	33.4	32.9	98.5	43.5

综上所述, 在浙东沿海淡涂泥田上种植小麦时, 施用沼液肥可提高小麦产量, 以沼液作基肥 75 t/hm²、追肥 37.5 t/hm² 处理的产量为最高。因此, 合理利用沼液, 对浙东沿海淡涂泥田的小麦生产具有积极的作用, 为沼液在农业生产中的资源化利用提供了新的途径。

2.3 西瓜上沼液肥施用量优化增效试验

试验设施沼液 195、390 t/hm² 及常规施肥[CK, 施有机肥 1.8 t/hm² 加三元复合肥 (15 15 15) 1.275 t/hm²], 共 3 个处理, 每处理重复 3 次, 随机区组排列, 每小区面积 83.3 m²。施肥分 5 次完成 (底肥 1 次、追肥 4 次), 每次用量均为各处理设定量的 20%, 其它栽培及管理技术均一致。

结果表明 (见表 6、7), 施沼液肥处理的西瓜各生长性状都优于对照。从生长势看, 施沼液 195 t/hm² 处理优于施沼液 390 t/hm² 处理和对照。从产量看, 施沼液处理均比对照增产, 但增产幅度不大, 说明并非沼液施用量越多产量越高。生长势及实收产量均以施用沼液 195 t/hm² 处理为好。从果实品质看, 西瓜的瓜皮厚度各处理间差异不明显, 但中心糖与边糖有一定差异, 施沼液处理优于对照。

表 8 表明, 西瓜田施用沼液灌溉后, 土壤的 pH、有机质含量、速效 P 都比对照有所提高; 总 N 含量虽比对照有所提高但变化不大; 速效 N、速效 K 比对照均有所降低; 土壤中

施用沼液的小麦最高苗、有效穗数、成穗率均比对照高, 但施用沼液肥各处理间差异不大。

表3 小麦施用沼液肥的产量比较

处理	产量(kg/ hm ²)	差异显著性	
		0.05	0.01
3	4 201.5	a	A
4	4 102.5	b	B
5	4 092.0	b	B
2	3 922.5	c	C
1(CK)	3 742.5	d	D

表4 小麦施用沼液肥的生育期比较

处理	始穗期	齐穗期	成熟期
1(CK)	4月8日	4月13日	6月1日
2	4月8日	4月13日	6月2日
3	4月9日	4月15日	6月3日
4	4月8日	4月15日	6月3日
5	4月11日	4月16日	6月4日

的 Cu、Zn 含量都比对照有所增加, 但都未超标。以上结果表明, 在本试验条件下, 用沼液替代化肥, 土壤氮、钾含量略显不足, 仍需补充化肥。

表6 西瓜施用沼液肥后农艺性状及产量比较

处理 (t/hm ²)	蔓长 (cm)	节数 (节)	最大叶		单叶叶面 积(cm ²)	产量	
			长(cm)	宽(cm)		(t/hm ²)	增产率(%)
施沼液 195	205.0	19.3	23.0	26.7	614.1	55.863	3.43
施沼液 390	206.7	19.3	22.7	26.3	597.0	55.2375	2.27
常规(CK)	203.3	19.3	22.3	26.0	579.8	54.012	-

表7 西瓜施用沼液肥后果实品质比较

处理(t/hm ²)	测定日期	瓜皮厚度(cm)	中心糖(°)	边糖(°)
施沼液 195	5月27日	0.93	10.90	6.68
	6月2日	1.20	11.28	7.68
	平均	1.065	11.09	7.18
施沼液 390	5月27日	0.90	10.83	6.58
	6月2日	1.04	10.43	7.18
	平均	0.97	10.63	6.88
常规(CK)	5月27日	0.80	10.60	6.45
	6月2日	1.20	10.50	6.80
	平均	1.00	10.55	6.625

表8 西瓜施用沼液肥后土壤理化性状及重金属含量比较

处理 (t/hm ²)	pH	有机 质(%)	总N (%)	速效N (mg/kg)	速效P (mg/kg)	速效K (mg/kg)	Cu(mg /kg)	Zn(mg /kg)
施沼液 195	7.22	1.235	0.0586	57.5	68.75	197.5	3.78	0.899
施沼液 390	7.42	1.25	0.0543	51.4	58.15	221.5	2.9	0.92
常规(CK)	6.85	1.01	0.0428	58.6	43.3	225	2.59	0.388

综上, 西瓜田施用沼液肥, 能提高土壤 pH 及有机质、速效 P 含量, 且重金属均无超标现象, 还能提高西瓜的产量及

品质,但沼液在西瓜上的最佳施用量还有待进一步研究。

2.4 草莓上沼液肥施用量优化增效试验

试验设常规施肥(CK)和施用沼液肥2个处理,其中,常规处理(CK)为基肥用三元复合肥(15 15 15)0.75 t/hm²,追肥用高钾复合肥(16 6 22)0.9 t/hm²(分3次施入);沼液处理为基肥施沼液肥75 t/hm²(在草莓定植前15 d施入),追肥施沼液肥3 t/hm²(在草莓结果期用滴管分3次施入),另加高钾复合肥(16 6 22)0.3 t/hm²(分2次施入)。试验在大棚内进行,每大棚面积为666.67 m²,每个大棚沼液处理与常规处理各占50%,每处理重复2次。其它栽培及田间管理技术均一致。

试验结果表明(见表9),沼液处理的草莓含糖率达11.9%,比对照提高0.9%;产量为24.75 t/hm²,比对照增产7.8%。可见,施用沼液肥能明显提高草莓的产量和品质。

表9 草莓施用沼液肥后产量和品质比较

处理	含糖率(%)	比CK增(%)	产量(t/hm ²)	比CK增(%)
沼液	11.9	0.9	24.75	7.8
常规(CK)	11.0	-	22.95	-

2.5 柑桔上沼液肥施用量优化增效试验

试验设施沼液60、120、300 t/hm²及常规施肥[CK,施尿素1.125 t/hm²加三元复合肥(15 15 15)1.8 t/hm²]4个处理。各处理均设在同一果园,小区面积为333.5 m²,每处理重复4次,随机区组排列。各处理施肥均分2次进行:壮蕊催花肥(4月18日),沼液处理区施沼液总用量的25%,对照区施尿素0.9 t/hm²加三元复合肥(15 15 15)1.35 t/hm²;壮果逼秋梢肥(7月17日),沼液处理区施沼液总用量的75%,对照区施尿素0.225 t/hm²加三元复合肥(15

15 15)0.45 t/hm²。柑桔种植密度为900株/hm²,其它农事管理均一致。

经检测,柑桔园土壤基本性质为pH7.5,有机质含量13.06 g/kg,全氮0.31%,速效磷389.7 mg/kg,速效钾453.2 mg/kg;重金属含量(mg/kg)为Cu 50.3、Zn 100.9、As 10.8、Cr 86.2、Cd 0.12、Pb 30.6、Hg 0.148。初始灌溉沼液后土壤基本成分(mg/L)为全氮129.3、全磷51.41、全钾623.9,重金属Cu 0.33、Zn 0.79、As 0.018、Cr 2.08、Cd 0.026、Pb 0.06、Hg 0.00071,pH 6.4。第2次灌溉沼液后土壤基本成分(mg/L)为全氮159.1、全磷6.3、全钾102.6,重金属Cu 0.12、Zn 0.3、As 0.008、Cr 0.58、Cd 0.007、Pb 0.02、Hg 0.00015,pH 8.4。

由表10表明,柑桔单枝梢长度、单枝鲜重、单枝叶片数、叶片宽、单叶厚度和单叶鲜重都随沼液施用量的增加而递增,枝条鲜重、叶片鲜重处理间差异达显著水平,这是因为沼液中含有大量的氮、磷、钾、多种氨基酸、植物激素类物质等,因而对柑桔表现出促进生长及增加生物量的效应。由表11表明,各处理的春梢、夏梢和秋梢中,均以夏梢生长最旺,无论是枝梢长度、重量还是单枝叶片数都以夏梢最多,其次是秋梢;叶片宽度、厚度和单叶重等指标变化无明显规律。

表10 柑桔施用沼液肥后枝梢生长量比较(7月7日调查)

处理 (t/hm ²)	枝梢鲜 重(g)	枝梢长 度(cm)	单枝叶片 数(张)	叶片		单叶厚 度(cm)	单叶鲜 重(g)
				长(cm)	宽(cm)		
施沼液60	7.23b	18.4b	9.1b	8.87a	4.23a	0.025a	0.74ab
施沼液120	9.22a	22.9a	10.9a	9.55a	4.44a	0.031a	0.855a
施沼液180	10.12a	23.17a	11.41a	9.32a	4.50a	0.034a	0.86a
常规(CK)	5.69c	13.90c	8.45b	8.47b	3.98a	0.025a	0.695b

注:同列数据后相同字母表示无显著差异,同列数据后字母不同表示差异显著(P<0.05),下同。

表11 柑桔施用沼液肥后各季枝梢生长情况比较(11月8日调查)

处理 (t/hm ²)	枝梢	枝梢长 度(cm)	单株重量(g)		单枝叶 片数(张)	叶面积		叶片厚 度(cm)	节间长 度(cm)
			枝条	叶片		长(cm)	宽(cm)		
施沼液60	春梢	10.0c	0.58c	5.0a	6.5a	9.01a	4.16a	0.054a	1.54a
	夏梢	29.1c	5.55c	8.4bc	12.9c	8.07a	4.06a	0.06a	2.26a
	秋梢	28.38a	2.83b	5.5bc	12.6a	7.77ab	3.53a	0.059a	2.25a
施沼液120	春梢	9.92c	0.74b	6.5a	6.7a	9.49a	4.54a	0.071a	1.48a
	夏梢	38.17a	7.16b	9.0b	14.9b	8.34a	3.74a	0.06a	2.56a
	秋梢	24.98b	2.77b	6.11b	11.44a	6.84b	3.28a	0.07a	2.18a
施沼液180	春梢	10.83b	0.77b	5.53a	7.4a	8.63a	3.78b	0.060a	1.46a
	夏梢	40.0a	11.0a	10.5a	16.4a	7.89a	3.71a	0.07a	2.44a
	秋梢	29.27a	4.06a	8.7a	12.4a	8.21a	3.87a	0.064a	2.36a
常规(CK)	春梢	12.01a	1.09a	5.41a	7.2a	8.67a	4.03a	0.060a	1.67a
	夏梢	33.04b	4.79c	7.0c	14.22b	8.38a	4.06a	0.061a	2.32a
	秋梢	26.68b	2.03c	4.44c	13.11a	6.14b	2.60b	0.060a	2.04a

由表12表明,柑桔单果重各处理间无明显差异,但果肉重占果实比例随沼液施用量的增加而增加,果皮重随之减少。经统计分析,果肉重、皮重、果肉占果实比、果皮占果实比、皮厚处理间差异均达显著水平(P<0.05)。

由表13表明,柑桔维生素C、总糖含量各处理间无明显变化,施沼液处理的柑桔果实率可溶性固形物含量随沼液施用量的增加而增加,而果实中总酸含量呈先增加后下降的趋势,这与沼液中含有易被作物吸收利用的磷、钾元素有关。经统计分析,各处理间总糖、总酸、糖酸比的差异达显著水平

表12 柑桔施用沼液肥后果实性状比较

处理 (t/hm ²)	单果重 量(g)	果肉重 (g)	果肉占果 实比(%)	果皮重 (g)	果皮占果 实比(%)	皮厚 (cm)
施沼液60	102.74a	74.80b	72.81b	27.94b	27.19b	0.37ab
施沼液120	114.00b	86.50a	75.88ab	27.50b	24.12ab	0.37ab
施沼液180	105.50a	83.54a	79.18a	21.96a	20.82a	0.31a
常规(CK)	109.75a	79.73a	72.65b	30.02b	27.35b	0.39b

(P<0.05)。

由表14表明,柑桔单产从高到低排序为施沼液180 t/hm²>施沼液120 t/hm²>施沼液60 t/hm²>CK,施沼液180 t/hm²处理与对照间产量差异达显著水平(P<0.05)。

表 13 柑桔施用沼液肥的果实品质比较

处理 (t/hm ²)	维生素 C (mg/100 g)	可溶性固 形物(%)	总糖(%)	总酸(%)	糖酸比
施沼液 60	26.1a	11.63a	10.5ab	0.672a	15.6a
施沼液 120	29.6a	12.13a	10.8b	0.696a	15.5a
施沼液 180	24.5a	12.63a	9.5a	0.603a	15.8a
常规(CK)	28.0a	11.68a	9.9a	0.934b	10.6b

由表 15 表明,各处理间柑桔园土壤的 pH 值差异不大,施沼液处理的土壤中速磷、速钾含量相比对照有所下降,但有机质、总氮含量相比对照明显提高,施沼液处理的土壤中重金属铜、铅含量相比对照有所增加,锌、砷、汞、镉、铬含量各处理间变化均较小,但重金属含量均未超过

表 15 柑桔施用沼液肥的果实、土壤理化性状及重金属含量比较

处理 (t/hm ²)	pH	土壤											柑桔果实中	
		有机质 (g/kg)	速效钾 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效氮 (mg/kg)	全氮 (%)	铜(mg /kg)	锌(mg /kg)	砷(mg /kg)	汞(mg /kg)	铅(mg /kg)	镉(mg /kg)	铬(mg /kg)	铅、砷、汞、 镉、铬(mg/kg)
施沼液 60	7.21	15.95	429.2	204.2	96.1	0.48	67.8	98.7	10.1	0.13	32.2	0.11	89.2	-
施沼液 120	7.48	14.89	352.5	120.4	79.3	0.36	50.4	98.1	10.4	0.15	32.7	0.086	85.9	-
施沼液 180	7.54	16.21	430.4	372.4	93.8	0.45	60.5	110	10.1	0.153	32.5	0.097	87.6	-
常规(CK)	7.55	13.21	477.6	404	83.9	0.34	49.5	103	10.6	0.153	31.6	0.11	87.2	-

土壤质量如土壤总氮、有机质含量等均有所改善,且对土壤中多种重金属含量等基本无不利影响;此外,合理施用沼液,不仅可减少化肥施用量,还能缓解规模养殖场污水处理的排放压力。但柑桔园沼液最大施用量及长期灌溉对土壤质量的影响还有待进一步研究。

3 小 结

试验结果表明,沼液中含有大量的氮、磷、钾及多种氨基酸、植物激素类物质,在水稻、小麦、西瓜、草莓、柑桔等作物上施用,表现出促进作物生长及增加生物量、提高作物品质和经济性状、增加产量的效果。同时,田间灌溉沼

液不仅可减少化肥施用量,还能缓解规模养殖场污水处理的排放压力。此外,沼液施用后能明显改善土质,提高土壤有机质、总氮含量,对土壤中重金属含量及积累基本没有影响,均未超过 GB15618-1995 土壤环境质量标准许可范围,且果实或产品中均未检测出重金属,但沼液的最大、最佳施用量及长期灌溉对土壤质量的影响有待进一步研究。

表 14 柑桔施用沼液肥的产量比较

处理 (t/hm ²)	果实直径(cm)		果实占比(%)		单株 果数	单株产 量(kg)	产量(t /hm ²)	增产率 (%)
	平均	幅度	小果	中、大果				
施沼液 60	6.34	5.2-7.2	10	90	284	29.3	26.37	0.69
施沼液 120	6.43	5.2-7.2	15	85	271	30.2	27.18	3.78
施沼液 180	6.13	5.3-7.3	10	90	335	31.6	28.44	8.59
常规(CK)	6.13	5.1-7.2	15	85	267	29.1	26.19	-

GB15618-1995 土壤环境质量标准许可范围,且各处理的柑桔果实中均未检测出重金属,说明沼液在本试验用量下对土壤及柑桔品质安全。

综上所述,施用沼液能显著促进柑桔植株营养生长,提高产量,增加柑桔果实中可溶性固形物含量,提高果实糖酸比,改善柑桔的部分品质指标;同时,沼液灌溉对柑桔园的

液不同作物及其不同生长期所需,应合理施用沼液,一般一季沼液最高施用量为水稻 150 t/hm²、小麦 110 t/hm²、大棚西瓜 200 t/hm²、草莓 80 t/hm²、柑桔 300 t/hm²,且应以基肥为主、追肥为辅,并适当搭配施用化肥。

根据试验结果,沼液中含有大量的氮、磷、钾及多种氨基酸、植物激素类物质,在水稻、小麦、西瓜、草莓、柑桔等作物上施用,表现出促进作物生长及增加生物量、提高作物品质和经济性状、增加产量的效果。同时,田间灌溉沼

液不仅可减少化肥施用量,还能缓解规模养殖场污水处理的排放压力。此外,沼液施用后能明显改善土质,提高土壤有机质、总氮含量,对土壤中重金属含量及积累基本没有影响,均未超过 GB15618-1995 土壤环境质量标准许可范围,且果实或产品中均未检测出重金属,但沼液的最大、最佳施用量及长期灌溉对土壤质量的影响有待进一步研究。

2.4.3 对千粒重的影响

处理(4)的千粒重为 3.95g,比其他处理稍低,各处理间没有明显差异。

表 4 “宁杂 1818”油菜不同氮肥用量下的产量及其构成

处理	单株有效角果数(角)				每角粒 数(粒)	千粒 重(g)	每 667 m ² 理 论产量(kg)	每 667 m ² 实 收产量(kg)
	主枝	一次	二次	合计				
1	68	292	72	432	23.8	4.15	229.2	213
2	79	350	81	510	23.5	4.10	264.0	248
3	81	396	96	573	23.1	4.10	291.5	283
4	78	362	77	517	22.6	3.95	247.9	264

3 小 结

试验结果表明,在如东县相同种植密度的稻茬移栽油菜上,不同氮肥用量对“宁杂 1818”油菜产量及植株性状有一定影响,每 667 m² 施用纯氮 20 kg 时,产量最高,每 667 m² 实收产量达 283 kg,随氮肥用量继续增加,产量反而降低,表明过量施用氮肥,不利于油菜最佳产量的形成,造成投入、产出比下降。根据试验结果,在每 667 m² 施足过磷酸钙 50 kg、氯化钾 14 kg、硼砂 1 kg 的情况下,以每 667 m² 施用纯氮 20 kg 为最适宜。

(上接第 94 页)

表 3 “宁杂 1818”油菜不同氮肥用量下的植株性状

处理	株高 (cm)	茎粗 (cm)	有效分枝节 位高度(cm)	有效分枝数(个)	
				一次	二次
1	198	3.0	51	9.8	8.5
2	204	3.1	63	10.2	10.5
3	215	3.3	69	11.0	12.1
4	230	3.5	72	11.5	13.5

试验结果表明(见表 4),各处理间油菜产量有明显差异,表现为随氮肥用量的增加,产量逐渐增加,但当每 667 m² 氮肥用量达 20 kg 时,产量开始下降;产量最高为处理(3),处理(1)产量最低。实收产量与理论产量的变化趋势一致。

2.4.1 对单株有效角果数的影响

在种植密度相同的情况下,主枝、一次、二次分枝的角果数及单株总角果数的总量,表现为随氮肥用量的增加呈先增加后下降的趋势,当每 667 m² 氮肥用量达 20 kg 时,单株有效角果数达到最高(573 角/株),表明氮肥用量过高,营养生长过旺反而不利于油菜结角。

2.4.2 对每角粒数的影响