

沼渣复合有机肥对盆栽万寿菊生长和发育的影响

葛萍萍¹, 王宇欣¹, 庞昌乐²

(1. 中国农业大学 水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学 工学院, 北京 100083)

摘 要:通过不同沼渣用量(A)和氮、磷比(B)双因子盆栽肥效模拟试验, 研究了沼渣用量与不同。结果表明:比例的氮、磷肥配施对万寿菊不同生长发育时期的影响, 从而确定盆栽万寿菊的专用施肥配方。万寿菊种植时施肥配比是: 200 g 沼渣/kg 土、2 g (N+P₂O₅)/kg 土, 其中 N : P₂O₅=1 : 2。

关键词:沼渣; 复合有机肥; 万寿菊; 生长发育
中图分类号:S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001—0009(2010)23—0071—04

万寿菊 (*Tagetes erecta*) 别名臭芙蓉、臭菊, 菊科万寿菊属, 是一种重要的园林观赏植物, 其花瓣同时又是提取叶黄素的理想材料。叶黄素广泛应用于食品、饲料、医药和化工领域, 故万寿菊兼有园林观赏、营养、药理、保健等多种功能, 具有很大的开发利用价值。

施肥是提高植物产量和品质的重要保证。近年来化肥的使用不仅浪费了大量的资源, 而且造成了严重的环境污染, 同时还存在着食品安全问题。沼气工程的大量推广给肥料市场带来了巨大的机遇, 其发酵后的固体残留物沼渣含有大量的氮、磷、钾等速效养分外, 还含有丰富的有机质和腐殖酸, 是迟效速效兼备的无公害肥料, 也是一种可供开发的有机栽培基质^[1]。Valdrighi^[2]等研究表明了混合堆肥中的腐殖质能够促进一种菊科植物菊苣 (*Cichorium intybus*) 的生长发育。

现从不同沼渣用量混合配制的营养土配施以不同氮、磷比例的氮、磷肥角度出发, 研究有机-无机混合肥料对万寿菊生长发育的影响。通过观察测定万寿菊植株的株高、茎粗、叶绿素含量、单株花朵数、花径、花期、干鲜重等生理生态指标, 综合比较分析提出万寿菊种植的最佳施肥方案, 为北京地区万寿菊的高效优质栽培和合理施肥提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试植物 万寿菊 F1“丰盛”品种, 种子来源于北京鑫农丰农业技术研究所。

1.1.2 供试土壤 试验用土取自北京中国农业大学西

校区试验基地的温室普通园土, 其理化性状为: pH 7.36, 有机质含量 1.30%, 全氮 0.41%, 全磷 0.075%, 全钾 0.86%, EC 0.725 ms/cm。

1.1.3 供试沼渣和化肥 供试沼渣采集于北京通州永乐店镇半截河村。该沼气池原料主要是附近奶牛场所产的牛粪。沼渣是在取出后放置沙土上, 水分渗下风干后, 沼渣的含水量约 30%, 表 1 为 3 次测定的平均值。化肥为尿素 (N 46.2%), 磷酸一铵 (N 12.0%, P₂O₅ 61.1%), 氧化钾 (K₂O 53.9%)。

表 1 供试沼渣的基本性质

	有机质	全氮(N)	全磷(P ₂ O ₅)	全钾(K ₂ O)	钙(Ca)
	/ %	/ %	/ %	/ %	/ %
沼渣	50.50	2.73	0.90	0.92	3.24

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 试验设 2 个因子, 不同沼渣用量(A)和不同氮磷比(B)。A 因子设 2 个水平, 沼渣和土壤按重量比(沼渣 : 土=1 : 9 和 1 : 4)混合均匀, 配成 2 种营养土 A1、A2。B 因子设 4 个水平, B1、B2、B3、B4 分别为 N : P₂O₅=1 : 1、1 : 1.5、1 : 2 和 1 : 2.5。加上对照, 共设 9 个处理, 3 次重复, 再次重复 3 株, 共 81 株。对照组根据万寿菊的生长特性和需肥特性, 按照何建春的最优万寿菊氮磷钾配方^[3], 确定单次化肥用量为: 150 mg N/kg 土, 75 mg P₂O₅/kg 土, 75 mg K₂O/kg 土(表 2)。

表 2 试验设计因子及水平

营养土(A 因子)		氮磷比例(B 因子)	
A1	10%沼渣+90%园土	B1	N : P ₂ O ₅ = 1 : 1
A2	20%沼渣+80%园土	B2	N : P ₂ O ₅ = 1 : 1.5
		B3	N : P ₂ O ₅ = 1 : 2
		B4	N : P ₂ O ₅ = 1 : 2.5

1.2.2 试验处理 试验于 2009 年 6 月 13 日至 10 月 31 日在中国农业大学西区试验基地温室里进行。采取盆栽试验方法, 使用透气性一致的口径为 18 cm, 盆高 16 cm 的塑料花盆。每盆约装土 1.5 kg。6 月 13 日播

第一作者简介: 葛萍萍(1986-), 女, 硕士, 研究方向为农业生物环境工程。
基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划资助项目(2008BADC4B17)。
收稿日期: 2010-09-09

种 7 月 20 日选择株型基本一致的幼苗进行移植, 每盆定植 1 苗。温室里有自动排风系统和遮阳网, 整个试验过程中温室的温度保持在 28~32℃, 湿度 54%~56%。在进行氮磷肥配比的施肥试验中, 每盆施 N+P₂O₅ 总量为 3 g。根据万寿菊实际生长状况, 化肥按底肥(总施量的 1/3), 花芽分化期追肥(总施量的 1/3)和蕾期(总施量的 1/3)分 3 次施入。试验期间, 从出苗开始每天纪录, 直至出苗稳定, 不做记录。每隔 1 d 浇水, 观察万寿菊生长情况并纪录生长指标。在整个试验过程中, 随机抽取不同时期不同处理的万寿菊, 观察其生长状况, 测量记录出株高、茎粗、叶绿素含量、花期、单花直径、单株花朵数、干鲜重等, 最后作统计比较分析。

1.2.3 指标的测定 地上部和地下部的干重: 将地上部和地下部放入烘箱, 105℃条件下烘烤 15 min, 再于 80℃条件下 12 h 烘干处理^[4], 至恒重, 再用精确度为 0.001 g 的天平称量干重。叶片绿色度测定: 用 SPAD-502 叶绿素仪测定万寿菊各生育期功能叶片^[2,3], 通过 SPAD 值的大小来定量描述叶片的“绿色度”。根据叶片叶绿素对有色光的吸收特性, 通过测量一定波长的发射光强和透过叶片后的光强进行叶片叶绿素含量的测定。苏云松^[6]、曾建敏^[7]等研究指出在用绿色度估测叶绿素含量时, 叶片大小影响着测定结果。选择上部相同叶位的已完全展开且进入功能盛期的叶片, 在完全展开的叶片中

部, 在主脉的两侧, 分别读取 3 个读数, 共 6 个读数, 取平均值代表这个叶片的叶色度。

2 结果与分析

2.1 不同处理对万寿菊株高的影响

7 月 20 日定植后, 栽培养护 1 周后每隔 10 d 对不同处理的万寿菊株高进行测量(表 3)。由表 3 可知, 沼渣用量的多少和氮磷比例的不同均影响着万寿菊的株高, 各个处理万寿菊株高呈一直增长趋势, 其中株高均值的增长量最大的是 A2B3, 比对照组高 34.72%, 其次是 A2B4, 第 3、4 分别是 A2B2 和 A2B1。从整体看, 各个生育期 A2(20%沼渣用量)的万寿菊植株都比 A1(10%沼渣用量)的生长旺盛。在同一营养土水平下, 当 N:P₂O₅=1:2 时, 植株株高生长明显优于其它氮磷比处理。从 8 月 16 日至 10 月 15 日, A×B 各个处理与对照组相比存在显著差异, 并且达到极显著水平。从 8 月 6 日开始, 处理 A2B3 (20%沼渣用量和 N:P₂O₅=1:2)在整个生长观察期株高生长状况差异明显, 显著高于其它各组。而 7 月 27 日 A1(10%沼渣用量)的各个处理组之间差异不显著, 且和对照组差异不显著。10 月 15 日, 处理 A2B1、A2B2 和 A2B4 处于同一水平, 差异不显著。可见, 株高比较: A2>A1, B3>B2(或 B4)>B1。所以, 沼渣用量使用的多少对株高的影响比氮磷比对其的影响更显著。

表 3 各处理不同时期的万寿菊株高变化(2009 年)

处理日期/月·日	07-27	08-06	08-16	08-26	09-05	09-15	09-25	10-05	10-15
对照组	10.10aB	15.40cB	19.80eD	23.27fF	27.30fE	28.10eD	28.50fE	29.27hF	29.77fE
A1B1	10.30aB	16.07abAB	21.17dC	25.10eE	29.77dD	31.00dC	31.90eD	32.20fE	32.50dD
A1B2	10.20aB	15.97bAB	21.70cBC	25.90dD	30.00cCD	31.50cD	32.03dD	32.80eD	33.03cdCD
A1B3	10.30aB	15.80bB	21.30cdC	26.20dD	30.10cCD	31.60cdC	32.80cC	33.10dD	33.30cC
A1B4	10.20aB	15.77bB	20.77dC	26.00dD	29.53eD	31.27dC	31.60dD	31.80gE	31.90eD
A2B1	10.90aA	16.20abAB	21.77bBC	27.80bB	30.50cC	31.50cdC	33.23bBC	34.90bB	35.10bB
A2B2	10.70abAB	16.30abAB	21.90bBC	28.40aA	31.47bB	32.23bB	33.40bB	35.10bB	35.53bB
A2B3	10.60abAB	16.40aA	22.80aA	28.57aA	32.40aA	33.00aA	34.50aA	36.60aA	37.10aA
A2B4	10.40abAB	16.10abAB	22.20bB	27.07cC	30.23cdCD	31.70bBC	32.50cC	34.40cC	35.60bB

注 Duncan 新复极差法检验处理平均数之间差异的显著性。不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著 不同大写字母表示在 0.01 水平上差异显著。

表 4 各处理不同时期的万寿菊茎粗变化(2009 年)

处理日期/月·日	07-27	08-06	08-16	08-26	09-05	09-15	09-25	10-05	10-15
对照组	0.449eE	0.501gE	0.599gF	0.647fI	0.674gF	0.728hH	0.737hH	0.771iI	0.780iI
A1B1	0.462eDE	0.532fD	0.631fE	0.697hH	0.784fE	0.810gG	0.845gG	0.899hH	0.901hH
A1B2	0.481dD	0.564cdBC	0.692dCD	0.723fF	0.786efE	0.821fF	0.898eE	0.921fF	0.955fF
A1B3	0.522cC	0.572bB	0.722bB	0.757cC	0.822cC	0.874cC	0.966cC	1.001cC	1.021cC
A1B4	0.479dD	0.559dC	0.688eD	0.712gG	0.791eE	0.833eE	0.883fF	0.908gG	0.923gG
A2B1	0.573aA	0.580aA	0.721bB	0.734eE	0.842bB	0.864dD	0.900eE	0.927eE	0.968eE
A2B2	0.550bB	0.553cC	0.726aAB	0.788bB	0.842bB	0.892bB	0.971bB	1.020bB	1.042bB
A2B3	0.548bB	0.577abAB	0.728aA	0.802aA	0.906aA	0.975aA	1.042aA	1.116aA	1.132aA
A2B4	0.560abAB	0.565cBC	0.696cC	0.743dD	0.812dD	0.874cC	0.911dD	0.954dD	0.987dD

2.2 不同处理的万寿菊茎粗比较

试验每隔 10 d 对不同处理的万寿菊茎粗进行测量(表 4)。由表 4 可知, 各处理万寿菊茎粗随着时间均呈增长趋势, 茎粗均值增长量最大的是 A2B3, 比对照组高

76.44%, 其次是处理 A1B3, 比对照组高 50.76%。8 月 6 日至 10 月 15 日, A×B 各个处理与对照组相比存在显著差异, 并且达到极显著水平。从 8 月 16 日开始, 处理 A2B3 茎粗生长与其它处理有显著差异; 而且该处理万

寿菊生长最旺盛, 10 月 15 日该组有一株植株茎粗为 1.136 cm, 为最大值。当 $N:P_2O_5=1:2$ 时, 植株茎粗明显大于其它氮磷比处理。从整体看, 植株茎粗增长量排前 3 的处理分别为: $A2B3>A1B3>A2B2$ 。所以, 沼渣用量的多少和不同的氮磷比同时影响着万寿菊的茎粗。

2.3 不同处理的叶片绿色度变化

叶绿素是随植物生长发育阶段不同而变化的, 叶片绿色度测定不受时间、气候等条件的限制, 且和叶绿素含量多少有着极显著的正相关关系。叶片绿色度和叶绿素之间的正相关关系不仅仅验证在大田作物^[6-7]上, 李海云^[8]等也研究指出园林树木叶片的叶绿素 a、叶绿素 b 和叶绿素总含量均随绿色度的增加而增加。

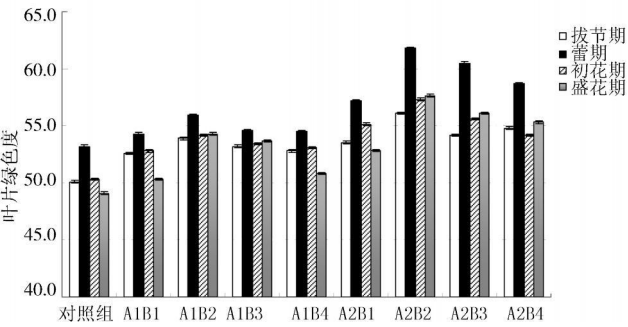


图 1 不同沼渣用量和不同氮磷比对万寿菊各生育期叶色值的影响

沼渣用量的多少和氮磷比的不同对万寿菊不同生长阶段的叶片叶绿素含量具明显影响(图 1)。A×B 各个处理均和对照组有明显差异, 叶片绿色度显著提高, 叶片叶绿素含量显著增加。每个处理的叶片叶绿素含量在蕾期达到最高, 从拔节期开始在整个生育过程中呈现“先升后降”的趋势。中后期(蕾期到盛花期)的叶片, 随着沼渣用量的增加, 绿色度提高。在相同沼渣用量水平下, $B2(N:P_2O_5=1:1.5)$ 水平明显优于其它水平, $B3(N:P_2O_5=1:2)$ 绿色度次之。使用一定量的沼渣可以延缓叶片绿色度下降, 且峰值出现在蕾期, 尤其在 A2 水平下比 A1 更明显。统计分析也表明, 沼渣用量和氮磷比及其互作对叶片绿色度的影响均达显著水平。因此, 盆栽万寿菊植株增加沼渣用量可显著提高叶片叶绿素含量, 而且在较高沼渣用量条件下增施氮磷肥且保证 $N:P_2O_5=1:1.5$, 可以促进叶绿素合成, 维持叶片光和作用性能。

2.4 不同处理的万寿菊性状变化

当万寿菊植株进入盛花期, 测定花朵数和最大花径(表 5)。由表 5 可知, 凡是有沼渣混合的营养土都使万寿菊提前进入花期, 其中效果最好的处理(A2B3)可以使花期提前 1 周左右, 而且能够延长花期的长短, 使万寿

菊的观赏价值得到充分利用。盛花期时, 每株花朵数最多(7.33 朵/株)和花直径最大(7.30 cm)的均出现在处理 A2B3。对于最大花径, A×B 各组处理中除了 A2B3, 其它各组在 0.01 水平上, 各组没有显著性差异。

表 5 各处理条件下的各性状变化

处理	始花期时间 /月·日	单朵花 花期 d	花朵数 /朵·株 ⁻¹	最大花径 /cm
对照组	09-13	25.7	3.78cB	5.68bB
A1B1	09-08	28.5	5.00bB	6.06bAB
A1B2	09-08	30.2	5.11bB	6.10bAB
A1B3	09-07	32.4	5.67abAB	6.41abAB
A1B4	09-08	31.3	5.56bAB	6.21bAB
A2B1	09-08	29.7	5.56bAB	6.23bAB
A2B2	09-07	30.5	5.89abAB	6.65abAB
A2B3	09-06	34.2	6.67aA	7.09aA
A2B4	09-08	33.1	5.67abAB	6.73abAB

2.5 不同处理的万寿菊鲜重, 干重比较

由表 6 可知, 所有 A×B 处理均显著大于对照组。从万寿菊地上部分干鲜重和根系干鲜重 4 个指标比较来看, 处理 A2B3 与其它各个处理有着极显著的差异, 且表现最好。万寿菊地上部鲜重和干重, 在 0.01 水平上看, A1 水平下 4 个处理之间没有显著性差异。而相同沼渣用量水平下, $B3(N:P_2O_5=1:2)$ 水平下各个生物量均达到峰值。可见, 氮磷比为 1:2 时是最优水平, 而且沼渣用量的增加有利于万寿菊的生长, 使其株型较大且有利于营养物质的积累。

表 6 不同处理万寿菊的生物量

处理	鲜重		干重	
	地上部	根系	地上部	根系
对照组	80.61dC	13.48dC	11.99dC	1.68dD
A1B1	112.70cB	18.17cB	15.31cB	2.27cC
A1B2	121.54cB	19.88bcB	16.21bcB	2.65cC
A1B3	133.45bcB	21.22bcAB	17.11bcB	3.38bAB
A1B4	128.55bcB	20.64bcB	16.27bcB	3.02bcB
A2B1	138.87bAB	21.41bAB	17.81bAB	3.46bAB
A2B2	149.10abAB	22.81abAB	19.30abAB	3.71abAB
A2B3	157.46aA	25.35aA	20.17aA	4.03aA
A2B4	152.29abAB	23.28abAB	19.43abAB	3.85abA

3 结论与讨论

3.1 结论

沼渣和不同氮磷比的化肥配施对不同生育时期的万寿菊株高、茎粗有显著影响。试验结果表明, 沼渣用量使用的多少对株高的影响比氮磷比对其的影响更显著。另外, 在相同沼渣用量前提下, 万寿菊株高和茎粗曲线按照不同氮磷比, 明显呈“先增后减”趋势, 且 $N:P_2O_5=1:2$ 为最优比例。

沼渣和不同氮磷比的化肥配施对不同生育时期的万寿菊叶片的叶绿素含量有明显影响作用。叶片叶绿素含量在蕾期达到最高, 从苗期开始在整个生育过程中呈现“先升后降”的趋势。使用一定量的沼渣可以延缓叶片绿色度下降。盆栽万寿菊植株增加沼渣用量可显

著提高叶片叶绿素含量,而且在较高沼渣用量条件下增施氮磷肥且保证 $N:P_2O_5=1:1.5$ 可以促进叶绿素合成,维持叶片光和作用性能。沼渣的使用可以使万寿菊提前进入花期,而且能够一定程度上延长花期的长短。当沼渣用量为 20% 和 $N:P_2O_5=1:2$ 时,单株万寿菊有最多花朵数和最大的花直径,有更高的观赏价值。沼渣和不同氮磷比的化肥配施对万寿菊地上部和地下部的干鲜重有明显影响作用。沼渣用量多的,更能促进植株的生长,使其株型较大且有利于营养物质的积累。相同沼渣用量时, $N:P_2O_5=1:2$ 时是最优水平。

综合考虑万寿菊的观赏特性要求和绝大多数直观观赏指标, B3 因子水平下,虽然此时叶片的叶绿素含量不是最高,但是叶片茂盛叶色浓绿,能够满足万寿菊的观赏需求,所以当 $N:P_2O_5=1:2$ 时,为最优的氮磷比例组合。在该试验范围内,营养土 A2 (20% 沼渣 + 80% 园土), 氮磷比例 B3 ($N:P_2O_5=1:2$) 组合是最优处理,最有利于万寿菊的生长发育。与对照组何建春的最优氮磷钾施肥配方相比较,各组处理都优于对照组万寿菊的生长发育,建议万寿菊种植时配方是: 200 g 沼渣/kg 土, 2 g ($N+P_2O_5$)/kg 土, 其中 $N:P_2O_5=1:2$ 。

3.2 讨论

由于试验条件等因素的限制,在该试验中参照万寿菊种植经验值“沼渣:土壤=1:9”设定了沼渣用量 10% 和 20% 2 个水平,应进一步探讨更多水平下万寿菊的生长发育状况,说明沼渣用量和万寿菊生长发育之间的关系,从而寻找到沼渣用量的一个上限值。

氮磷营养对万寿菊的生长发育,以及产量和品质形成的影响,前人也已经做过一些相关研究,以往的研究认为,万寿菊植株生长量随 P 肥的增加而增加,若 N 肥

施用量过多会延迟花期^[9]。但是该研究是基于沼渣为基底的前提下,再试探究不同氮磷比对万寿菊生长发育的影响,不仅仅是有机肥和无机肥的简单使用配比问题。将沼渣转化为附加值更高的有机复合肥,是最终的目标。试验在氮磷总肥量一定的前提下,得出 $N:P_2O_5=1:2$ 是最优处理。根据大田试验和经验值,万寿菊适合的施肥方式是底肥宜用速效性肥料,追肥宜用长效缓释肥料,沼渣是有机肥且有长效缓释的功效,但是具体的养分释放规律机制还需要进一步的研究。

参考文献

- [1] 袁巧霞,王秀娟,艾平.沼渣有机栽培基质理化特性及栽培效果试验研究[J].农机化研究,2008(3):157-161.
- [2] Valdrighi M M, Pera A, Agnolucci M, et al. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Gehorium intybus*)-soil system; a comparative study [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 1996, 58: 133-144.
- [3] 何建春.氮磷钾配施对万寿菊产量与品质的影响[D].兰州:甘肃农业大学,2008:48-50.
- [4] 朱广廉,钟海文,张爱琴.植物生理学实验[M].北京:北京大学出版社,1990.
- [5] 刘乡,刘大会,杨特武,等.氮、钾对盆栽药菊的生长、产量及品质影响[J].中药材,2007,30(11):1356-1359.
- [6] 苏云松,郭华春,杨雪兰.甘薯、薯蓣和魔芋叶片 SPAD 值与叶绿素含量的相关性研究[J].西南农业学报,2009,22(1):64-66.
- [7] 曾建敏,姚恒,李天福,等.烤烟叶片叶绿素含量的测定及其与 SPAD 值的关系[J].分子植物育种,2009,7(1):56-62.
- [8] 李海云,任秋萍,孙书娥,等.10 种园林树木叶绿素与 SPAD 值相关性研究[J].林业科技,2009,34(3):68-70.
- [9] Dahiya S S, Narender Singh, Sukhlis, et al. Effect of nitrogen and phosphorus on growth, flowering and yield of marigold (*Tagetes erecta* L.) [J]. Environment and Ecology, 1998, 16(4): 855-857.

Effect of Residue Compound Organic Fertilizer on the Growth and Development of Marigold

GE Ping-ping¹, WANG Yu-xin¹, PANG Chang-le²

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083; 2. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083)

Abstract: The purpose of this experiment was to study the different residue amount and different proportions of nitrogen and phosphorus fertilizer on marigold effects of different growth stages and to determine the pot marigold special fertilizer formula through nutrition soil (A) and phosphorus ratio (B) two-factor pot fertilizer simulation. Through observation and measurement, within the scope of this experiment, the proposed formula of marigold planting was 200 g residue/kg soil, 2 g ($N+P_2O_5$)/kg soil, and $N:P_2O_5=1:2$.

Key words: residue; compound organic fertilizer; marigold; growth and development