



文章栏目：固体废物处理与资源化

DOI 10.12030/j.cjee.202008169

中图分类号 X72

文献标识码 A

陈彤, 邱军付, 齐兴育, 等. 园林废弃物基栽培基质的配方筛选及综合评价[J]. 环境工程学报, 2021, 15(4): 1444-1450.

CHEN Tong, QIU Junfu, QI Xingyu, et al. Screening and comprehensive evaluation of garden waste based cultivation substrate[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2021, 15(4): 1444-1450.

## 园林废弃物基栽培基质的配方筛选及综合评价

陈彤<sup>1</sup>, 邱军付<sup>1</sup>, 齐兴育<sup>2</sup>, 马清虎<sup>3</sup>, 李鹏武<sup>1</sup>, 胡清<sup>2,\*</sup>

1. 北京南科大蓝色科技有限公司, 北京 100083

2. 南方科技大学环境科学与工程学院, 深圳 518055

3. 无锡西澳环保科技有限公司, 无锡 214194

第一作者: 陈彤(1969—), 男, 硕士, 研究员。研究方向: 资源循环利用。E-mail: chent3@sustech.edu.cn

\*通信作者: 胡清(1964—), 女, 博士, 教授。研究方向: 资源循环利用。E-mail: huq@sustech.edu.cn

**摘要** 利用主成分分析法, 对园林废弃物基栽培基质配方进行了综合分析, 为综合评价及筛选最优配方提供参考。以园林废弃物、土壤和商品营养土为主要原材料, 制备了 9 组可用于植物栽培的基质, 基质中腐熟和未腐熟园林废弃物的质量分数之和达到 30%~40%, 且无需添加草炭土等不可再生资源。该基质的大部分理化指标满足国家和行业对栽培基质的相关标准要求。通过种植实验可知, 高羊茅种子在基质中的发芽率超过 85%。采用主成分分析法对基质配方进行了综合得分评价研究, 结果表明, 总孔隙度、氮、磷、钾和总养分对基质理化性能的影响最大。9 组基质配方的综合评价得分最高的为基质 3, 对照土壤与腐熟园林废弃物、未腐熟园林废弃物、商品营养土之间质量比为 5:3:1:1。其中, 腐熟和未腐熟园林废弃物的质量分数之和达到 40%。

**关键词** 园林废弃物资源化; 固废资源化; 栽培基质; 主成分分析

近年来, 随着我国城市绿化覆盖率的不断提高, 每年均会产生大量的园林废弃物(主要为剪枝、枯枝及落叶)。以北京市为例, 根据北京市园林绿化局《关于加快园林绿化废弃物科学处置利用的意见》<sup>[1]</sup>的数据显示, 北京市每年产生园林绿化废弃物的干重约为  $300 \times 10^4$  t。枯枝落叶等园林废弃物中含有大量营养成分和有机物质, 是一种有利用价值的生物质资源, 焚烧或填埋的处置方式不仅造成了该生物质资源的浪费, 而且容易引发环境污染问题<sup>[2]</sup>。堆肥处理是园林废弃物较为常用的处理方法之一, 其产物可用于制备无土栽培基质、土壤改良剂等<sup>[3]</sup>。有研究表明, 园林废弃物经过人工调控堆肥化处理的产物可为植物生长提供全面的营养物质, 不同种类的园林废弃物堆肥产物在种植基质、喷播绿化基质等应用中均表现出了较好的使用效果<sup>[4-7]</sup>。吴宇等<sup>[8]</sup>研究园林废弃物堆肥替代泥炭对紫薇容器育苗影响时发现, 在草炭基质中掺入质量分数为 20% 园林废弃物堆肥产物后的栽培基质对茎生植物的生长有显著的促进效果; 刘冠宏等<sup>[9]</sup>将园林废弃物用于边坡喷播绿化基质时发现, 在基质中掺入体积占比为 20%~40% 的园林废弃物可以获得适合边坡绿化用的基质, 且基质性能不低于常规草炭基质。但是, 目前该类基质中园林废弃物质量分数通常少于 20%, 且需使用草炭土等不可再生的、宝贵的自然资源, 有悖于绿色可持续发展理念。

收稿日期: 2020-08-18; 录用日期: 2020-10-23

基金项目: 北京市科技计划项目(Z181100009118003)

本研究旨在开发一种以园林废弃物为主要原材料，在无需添加草炭土等天然资源的前提下，制作植物栽培基质的配方体系。其中，园林废弃物在基质中的总质量分数可达30%~40%，既可为解决园林废弃物消纳问题提供一种可行的方法，又能达到保护草炭土等宝贵自然资源的目的。

## 1 材料与方方法

### 1.1 供试材料

供试用园林废弃物取自北京市房山区大石窝镇，园林废弃物经粉碎机粉碎后呈细长状，直径小于1 mm，长径比约10:1。园林废弃物堆肥腐熟后的产品为市场通用产品，亦按照上述方法进行粉碎。商用营养土及保水剂(吸水倍率>40)均为市场通用产品。对照土壤取自北京某生态园，按照《土壤质量 土壤采样技术指南》(GB/T 36197-2018)<sup>[10]</sup>的要求进行采样。各原料的主要性能指标如表1所示。

表1 原料主要性能指标  
Table 1 Main performance indexes of raw materials

供试原料	pH	干容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	有机质 含量/%	总养分 (TN+TP+TK)/%	全钾/ (mg·kg <sup>-3</sup> )	全磷/ (mg·kg <sup>-3</sup> )	全氮/ (mg·kg <sup>-3</sup> )	电导率EC/ (mS·cm <sup>-1</sup> )	含水率/ %
未腐熟园林废弃物	6.59	0.31	67.34	2.47	7913	981	15931	5.570	6.69
腐熟园林废弃物	7.38	0.48	69.40	2.97	9481	975	19233	9.270	6.48
商品营养土	4.62	0.27	72.54	2.78	8664	677	18302	5.130	18.80
对照土壤	7.57	1.33	0.13	0.63	4852	136	1191	1.044	1.59

### 1.2 实验方案

1) 实验设计。为确保本研究的基质在其养分满足植物生长需求的同时，其干容重亦能符合《绿化用有机基质》(GB/T 33891-2017)<sup>[11]</sup>和《绿化用有机基质》(LY/T 1970-2011)<sup>[12]</sup>对该类基质的指标要求，本研究结合表1中的原料主要性能指标，共设计了9组基质配方，每组设置3个重复，基质配方如表2所示。

基质配方实验。准确称量各原料并加水混合均匀制成基质，水固比为1:1~1.2:1；将制备好的基质装入20 cm×20 cm×10 cm的模具内，装填高度为9 cm，将高羊茅种子均匀撒播在基质上(种植密度为15 g·m<sup>-2</sup>)，最后覆盖一层1 cm厚的基质，浇足水，盖上无纺布防止基质表面水分快速蒸发；待高羊茅种子出芽后，每周浇水1次并持续观察其生长情况，实验35 d后检测基质各项指标。

2) 基质理化性质指标测定方法。容重、通气孔隙度、非毛细管孔隙度和总孔隙度采用环刀法，参照标准为《绿化用有机基质》(LY/T 1970-2011)<sup>[12]</sup>；有机质含量采用重铬酸钾容量法(100 ℃水浴)，参照标准为《有机肥料》(NY 525-2012)<sup>[13]</sup>；pH采用玻璃电极法，参照标准为《森林土壤 pH值的测定》(LY/T 1239-1999)<sup>[14]</sup>；全钾采用乙酸铵提取法、全磷采用钒钼酸铵比色法、全氮采用半微量凯氏法、总养分(TN+TP+TK)采用重铬酸钾容量法、电导率采用水保和浸提法，参照标准为《绿化用有机基质》(GB/T 33891-2017)<sup>[11]</sup>；阳离子交换量的测定采用土壤标准《土壤阳离子交换量的测定

表2 基质配方的质量分数  
Table 2 Mass fraction of substrates formula %

基质编号	对照土壤	腐熟园林废弃物	未腐熟园林废弃物	商品营养土
基质1	50	40	0	10
基质2	50	35	5	10
基质3	50	30	10	10
基质4	60	35	0	5
基质5	60	30	5	5
基质6	60	25	10	5
基质7	65	30	0	5
基质8	65	25	5	5
基质9	65	20	10	5

三氯化六氨合钴浸提-分光光度法》(HJ 889-2017)<sup>[15]</sup>。

### 1.3 基质性能研究方法

基质研究的本质是对天然土壤进行人工模拟,为此,从众多影响土壤质量的因素中筛选出具有代表性、独立性和主导性的因子是定量、准确评价基质质量的关键<sup>[16]</sup>。有研究表明,影响土壤质量的主要因素包括有机质、全氮、全磷、全钾、有效磷、pH、阳离子交换量等因素,且因素之间很大程度上存在相关性<sup>[17-18]</sup>。为此,本研究选择pH、干容重、通气孔隙度、非毛细管孔隙度、总孔隙度、有机质含量、全钾、全磷、全氮、总养分、电导率、阳离子交换量、植物根系长度和地上高度14个指标作为评价基质性能的主要影响因素,采用主成分分析法进行综合评价,以期筛选出效果较好、配制简便、成本较低的生态型基质配方<sup>[19-22]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 种植实验

本实验设计的9组基质所播撒的高羊茅种子在3d后开始发芽,10d内的种子发芽率均超过了85%。在实验的第35d进行采样分析,基质的pH、干容重、通气孔隙度、非毛细管孔隙度、总孔隙度、有机质含量、全钾、全磷、全氮、总养分、电导率、阳离子交换量、植物根系长度和地上高度的测试数据如表3所示。

表3 基质与植物测试指标  
Table 3 Indexes of substrates and vegetation

基质编号 或标准	pH	通气孔 隙度/%	干容重/ (g·cm <sup>-3</sup> )	有机质 含量/ %	总养分 (TN+TP+ TK)/%	全钾/ (mg·kg <sup>-3</sup> )	全磷/ (mg·kg <sup>-3</sup> )	全氮/ (mg·kg <sup>-3</sup> )	非毛细 管孔隙 度/%	总孔 隙度/ %	电导率/ (mS·cm <sup>-1</sup> )	阳离子 交换量/ (cmol·kg <sup>-1</sup> )	根系 长度/ mm	地上生 长高度/ mm
基质1	7.86	54.81	0.60	33.14	1.57	6 805	801	8 092	9.52	64.33	4.20	35.38	15.7	36.3
基质2	6.96	56.15	0.67	43.55	1.15	8 922	949	7 581	8.25	64.40	3.68	35.58	24.4	42.5
基质3	7.65	60.25	0.62	38.69	2.04	10 475	997	8 955	7.19	67.44	3.64	37.12	30.6	45.6
基质4	7.87	55.91	0.79	37.87	1.59	7 227	864	7 817	4.52	60.43	5.73	35.00	12.3	22.5
基质5	7.64	57.52	0.67	30.49	1.45	6 039	859	7 613	6.94	64.46	5.32	30.99	24.8	39.4
基质6	7.57	55.34	0.69	43.56	1.82	9 923	888	7 415	8.83	64.17	4.60	30.32	15.6	24.7
基质7	7.83	53.14	0.78	35.94	1.68	8 692	953	7 176	5.89	59.03	5.23	35.21	12.9	36.8
基质8	7.77	52.68	0.70	38.03	1.65	8 648	905	6 939	12.03	64.71	4.79	30.72	15.9	42.1
基质9	7.69	56.34	0.75	42.31	1.51	8 393	822	5 904	5.14	61.48	4.07	29.08	30.2	39.6
《绿化用有机基 质》(GB/T 33891-2017)	4.00~9.50	—	0.10~1.00	≥25.00	≥1.50	—	—	—	≥15.00	—	12.00	—	—	—
《绿化用有机基 质》(LY/T 1970-2011)	5.00~8.00	≥20.00	0.10~0.80	≥15.00	≥1.50	—	—	—	—	—	0.50~3.00	—	—	—

注:“—”代表国标和行业标准对该指标未作要求。

将表3中不同配方基质的理化性质测试数据与国标《绿化用有机基质》(GB/T 33891-2017)<sup>[11]</sup>和林业标准《绿化用有机基质》(LY/T 1970-2011)<sup>[12]</sup>中对不同用途基质的指标限值进行比较发现,本研究设计的9组基质配方的pH、干容重、通气孔隙度、有机质含量、总养分、电导率等指标均满足标准中对栽培基质的指标要求;同时,结合实验研究中高羊茅的种植结果表明,9组基质都可用于植物栽培。

## 2.2 主成分分析

为进一步分析 9 组基质配方的优劣，本研究采用主成分分析法计算不同基质的综合得分，并依此对这 9 组配方进行优劣排序。根据主成分分析的数学分析模型，主成分是原 14 个性状指标的线性组合，为确保主成分分析的有效性，必须提取特征根大于 1，累积贡献率达到 85% 以上的成分作为主成分<sup>[23-24]</sup>。本研究从 14 个成分中选出 5 个作为主成份，分析结果见表 4。可见，主成分的特征根都>1，且 5 个主成分的累积贡献率为 89.299%(>85%)，即表明这 5 个主成分基本能涵盖全部评价指标的所有信息，可以较好地反映基质的综合状况。

表 4 主成分分析结果  
Table 4 Results of principal component analysis

主成分	各评价指标的得分系数														特征根	方差贡献率/%	累积贡献率/%
	pH	通气孔隙度	干容重	有机质含量	总养分	非毛细管孔隙度	总孔隙度	电导率	阳离子交换量	根系长度	全钾	全磷	全氮	地上高度			
1	-0.534	0.641	-0.758	0.241	0.205	0.311	0.847	-0.837	0.375	0.666	-0.551	0.540	0.540	0.641	4.766	34.043	34.043
2	0.572	0.155	-0.371	-0.810	0.411	0.081	0.211	0.334	0.473	-0.300	-0.386	-0.055	0.719	-0.019	2.460	17.572	51.614
3	0.119	0.132	0.435	0.376	0.570	-0.420	-0.268	0.139	0.408	-0.209	0.623	0.617	0.275	-0.412	2.180	15.574	67.189
4	0.104	-0.641	-0.169	0.172	0.272	0.836	0.199	-0.038	-0.158	-0.531	0.350	0.106	-0.050	-0.046	1.740	12.428	79.617
5	0.501	0.267	-0.025	0.030	0.615	-0.062	0.179	-0.037	-0.582	0.333	0.168	-0.290	-0.226	-0.059	1.356	9.682	89.299

根据表 4 的结果，对选取的 5 个主成分进行载荷值旋转计算后得到主成分的得分系数矩阵(见表 5)，由此可以计算出 5 个主成分的综合得分。其中，单个主成分得分线性方程如式(1)~式(5)所示。

$$F_1 = -0.112X_1 + 0.135X_2 - 0.159X_3 + \dots + 0.113X_4 + 0.134X_5 \quad (1)$$

$$F_5 = 0.369X_1 + 0.197X_2 - 0.019X_3 + \dots - 0.167X_{13} - 0.044X_{14} \quad (2)$$

式中： $F_1$  和  $F_5$  是单个主成分得分值； $X_1 \sim X_{14}$  是各个指标原始数据标准化后的数值。

将各基质配方的指标标准化数据分别代入式(1)~式(5)计算各主成分的得分，再以各主成分的方差贡献率为权重，对所提取的得分进行加权求和，得到不同基质的综合得分(见表 5)。加权求和如式(3)所示。

$$F = \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5} F_1 + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5} F_2 + \dots + \frac{\lambda_5}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5} F_5 \quad (3)$$

式中： $F$  为某一基质配方的综合得分； $F_1 \sim F_5$

表 5 得分系数矩阵

Table 5 Component score coefficient matrix

评价指标	主成分				
	1	2	3	4	5
pH	-0.112	0.232	0.055	0.060	0.369
通气孔隙度	0.135	0.063	0.060	-0.369	0.197
干容重	-0.159	-0.151	0.200	-0.097	-0.019
有机质含量	0.051	-0.329	0.173	0.099	0.022
总养分	0.043	0.167	0.262	0.157	0.454
非毛细管孔隙度	0.065	0.033	-0.193	0.480	-0.046
总孔隙度	0.178	0.086	-0.123	0.114	0.132
电导率	-0.176	0.136	0.064	-0.022	-0.027
阳离子交换量	0.079	0.192	0.187	-0.091	-0.429
根系长度	0.140	-0.122	-0.096	-0.305	0.246
全钾	0.116	-0.157	0.286	0.201	0.124
全磷	0.113	-0.022	0.283	0.061	-0.214
全氮	0.113	0.292	0.126	-0.029	-0.167
地上高度	0.134	-0.008	-0.189	-0.026	-0.044

是该基质配方对应的单个主成分得分值； $\lambda_1 \sim \lambda_5$  是 5 个主成分的初始特征根。

根据主成分综合模型即可计算各基质配方的综合主成分分值，并对其排序，即可对所有基质配方进行综合评价比较，结果如表 6 所示。基质的综合得分越高，代表该基质所有测试指标的表现越好，从而表明其性能相对更优。结果显示，9 组基质配方的优势排序为：基质 3>基质 6>基质 1>基质 2>基质 8>基质 5>基质 7>基质 4>基质 9。

表 6 各基质的综合得分  
Table 6 Comprehensive evaluation score of substrates

基质编号	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5	综合得分	综合得分排名
基质1	0.0839	2.0664	-1.8086	0.6003	-0.3121	0.1729	3
基质2	2.2561	-2.0425	-0.4918	-0.3506	-2.3243	0.0715	4
基质3	4.4088	1.2933	1.6694	-0.5720	0.8732	2.2414	1
基质4	-2.8788	0.8772	1.5399	-1.0335	-0.4614	-0.8502	8
基质5	-0.4863	1.2390	-1.8962	-1.4580	-0.2597	-0.4470	6
基质6	-0.1426	-0.8857	1.0165	1.5219	0.9338	0.2617	2
基质7	-2.0613	0.2012	1.6495	0.2016	-0.8611	-0.5239	7
基质8	-0.3611	-0.2217	-0.9115	2.4112	0.2748	0.0252	5
基质9	-0.8186	-2.5272	-0.7672	-1.3209	1.6175	-0.9515	9

### 3 结论

1) 对不同原料配比基质的理化指标测试数据与相关国家标准和行业标准的比对分析表明，本研究中以园林绿化废弃物为主要原材料的基质大部分指标满足标准要求，可用于植物栽培。

2) 主成分分析结果表明，基质的总孔隙度、氮、磷、钾和总养分对基质理化性能的影响最大；利用主成分分析法进行综合评价的结果表明，9 组基质配方的得分按降序排序为：基质 3>基质 6>基质 1>基质 2>基质 8>基质 5>基质 7>基质 4>基质 9。

3) 在综合得分最高的基质中，腐熟和未腐熟园林废弃物的质量分数之和达到 40%，且基质中无需添加草炭土等不可再生天然资源，因而具有较明显的生态效益。

### 参考文献

- [1] 北京市园林绿化局. 关于加快园林绿化废弃物科学处置利用的意见[EB/OL]. [2020-08-01]. [http://yllhj.beijing.gov.cn/zwgk/fgwj/qtwj/201911/t20191130\\_766793.shtml](http://yllhj.beijing.gov.cn/zwgk/fgwj/qtwj/201911/t20191130_766793.shtml).
- [2] GONG X Q, LI S Y, SUN X Y, et al. Alkyl polyglycoside and earthworm (*Eisenia fetida*) enhance biodegradation of green waste and its use for growing vegetables[J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2019, 167(15): 459-466.
- [3] MARIEKETEN H, SANDERBRUUN, LARS S J, et al. Life cycle assessment of garden waste management options including long-term emissions after land application[J]. *Waste Management*, 2019, 86(1): 54-66.
- [4] LEORY B M, HEARTH M S K, DENEVE S, et al. Effect of vegetable, fruit and garden (VFG) waste compost on soil physical properties[J]. *Compost Science & Utilization*, 2013, 16(1): 43-51.
- [5] GONG X Q, LI S Y, SUN X Y, et al. Green waste compost and vermicompost as peat substitutes in growing media for

- geranium (*Pelargonium zonale* L.) and calendula (*Calendula officinalis* L.)[J]. *Scientia Horticulturae*, 2018, 236: 186-191.
- [6] 张骅. 以园林绿化废弃物为原料的栽培基质对草花生长的研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [7] CHEN M L, HUANG Y M, LIU H J, et al. Impact of different nitrogen source on the compost quality and greenhouse gas emissions during composting of garden waste[J]. *Process Safety and Environmental Protection*, 2019, 124: 326-335.
- [8] 吴宇, 张蕾, 邸东柳, 等. 园林废弃物堆肥替代泥炭对紫薇容器育苗影响研究[J]. *林业与生态科学*, 2020, 35(1): 105-111.
- [9] 刘冠宏, 张森, 郭小平, 等. 绿化废弃物堆肥配制喷播基质的试验研究[J]. *环境科学与技术*, 2018, 41(5): 61-66.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 土壤质量 土壤采样技术指南: GB/T 36197-2018[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2018.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 绿化用有机基质: GB/T 33891-2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [12] 国家林业局. 绿化用有机基质: LY/T 1970-2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [13] 中华人民共和国国家农业部. 有机肥料: NY 525-2012[S]. 北京: 中国农业出版社, 2012.
- [14] 中华人民共和国国家林业局. 森林土壤pH值的测定: LY/T 1239-1999[S]. 北京: 中国林业出版社, 1999.
- [15] 中华人民共和国环境保护部. 土壤阳离子交换量的测定 三氯化六氨合钴浸提-分光光度法: HJ 889-2017[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2017.
- [16] 吴玉红, 田霄鸿, 同延安, 等. 基于主成分分析的土壤肥力综合指数评价[J]. *生态学杂志*, 2010, 29(1): 173-180.
- [17] 刘世梁, 傅伯杰, 刘国华, 等. 我国土壤质量及其评价研究的进展[J]. *土壤通报*, 2006, 37(1): 137-143.
- [18] 郭琼. 基于SPSS软件的主成分分析法探析: 榆次区土地生态系统健康评价[J]. *山西农业大学学报(自然科学版)*, 2012, 32(1): 58-62.
- [19] 何晓群. 多元统计分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2009: 153-169.
- [20] 林海明, 杜子芳. 主成分分析综合评价应该注意的问题[J]. *统计研究*, 2013, 30(8): 25-31.
- [21] 李昱彤, 齐实, 周金星, 等. 城市废弃物堆肥的混配基质对高羊茅营养生长期的影响[J]. *草地学报*, 2017, 25(5): 1069-1078.
- [22] 何晓群. 多元统计分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2009: 153-169.
- [23] 李燕凌, 李仲强, 李立志. 主成分分析在园艺植物研究中的应用[J]. *湖南农业科学*, 2002, 6(3): 3-8.
- [24] 苏勇, 刘强, 彭黎明, 等. 主成分分析和聚类分析在配方模块中的应用[J]. *烟草科技*, 2005(6): 3-5.

(责任编辑: 金曙光)

## Screening and comprehensive evaluation of garden waste based cultivation substrate

CHEN Tong<sup>1</sup>, QIU Junfu<sup>1</sup>, QI Xingyu<sup>2</sup>, MA Qinghu<sup>3</sup>, LI Pengwu<sup>1</sup>, HU Qing<sup>2,\*</sup>

1. Beijing SUSTech Blue Technology Co., Ltd., Beijing 100083, China

2. School of Environmental Science and Engineering, Southern University of Science and Technology, Shenzhen 518055, China

3. Wuxi Xi'ao Environmental Protection Technology Co., Ltd., Wuxi 214194, China

\*Corresponding author, E-mail: huq@sustech.edu.cn

**Abstract** The principal component analysis was used to analyze the culture substrate formula of garden waste, which could provide scientific reference for comprehensive evaluation and selection of optimal formula. Nine groups of substrates for plant cultivation were prepared by using garden waste, soil and commercial nutritive soil as the main raw materials, in which the mass fraction of total decomposed and undecomposed garden waste reached up to 30%~40%, and non-renewable nature resources such as peat soil were not required. Most physical and chemical indexes of the substrate met the requirements of the national and industrial standards for cultivation substrates. The results of planting experiments showed that the germination rate of tall fescue seeds in the substrate was higher than 85%. The results of the comprehensive score evaluation of substrate formulas adopting "principal component analysis methodology" showed that the total porosity, nitrogen, phosphorus, potassium and total nutrients had the greatest influence on the physical and chemical properties of the substrates. The highest comprehensive evaluation score of nine substrate formulations was substrate 3, which was as follows: control soil/decomposed garden waste/undecomposed garden waste/commercial nutrient soil=5/3/1/1, and the mass fraction of total decomposed and undecomposed garden wastes reached 40% of the raw materials.

**Keywords** recycling of garden waste; solid waste recycling; cultivation substrate; principal component analysis