

不同温度下植物对甲醛吸收程度的差异

李荧, 马亚萍, 金铭, 马悦, 谷翠英, 汪晟炜, 宋学友, 于德娥

摘要:

[目的] 了解不同温度下, 不同植物对甲醛的吸收作用, 为筛选出适合海南温度变化下室内净化甲醛的植物提供依据。

[方法] 选取5种常见的室内观赏植物, 在20℃以下、20~25℃和25℃以上三个温度条件下, 用静式染毒柜密闭熏气法检测不同植物对甲醛的吸收作用。

[结果] (1)相同温度下不同植物间的比较: 与空白组相比, 20℃以下、20~25℃和25℃以上各植物对甲醛的吸收作用差异均具有统计学意义($P<0.05$)。薄荷组的12h内空气中甲醛减少量分别是4.34、3.71、5.57 mg/m³, 吊兰组的12h内空气中甲醛减少量分别是3.59、3.74、5.54 mg/m³, 绿萝组的12h内空气中甲醛减少量分别是3.87、3.81、5.39 mg/m³, 富贵竹组的12h内空气中甲醛减少量分别是3.56、3.54、5.31 mg/m³, 20~25℃和25℃以上时九里香组的12h内空气中甲醛减少量分别是3.81、5.23 mg/m³。在20℃以下时, 不同植物的甲醛净化效果依次为: 薄荷>绿萝>吊兰>富贵竹; 在20~25℃时, 不同植物对甲醛的吸收作用依次为: 九里香=绿萝>吊兰>薄荷>富贵竹; 在25℃以上时, 不同植物对甲醛的吸收作用依次为: 薄荷>吊兰>绿萝>富贵竹>九里香。(2)同一植物不同温度间的比较: 除富贵竹外, 其余四种植物在不同温度下对甲醛的吸收效果均有差异($P<0.05$), 均在25℃以上时对甲醛的吸收效果最优。(3)同一植物不同时间段的比较: 九里香、富贵竹、绿萝、吊兰和薄荷对甲醛均具有一定的吸收作用, 且随着时间的增加, 植物对甲醛的吸收作用逐渐减弱。

[结论] 不同植物对甲醛的吸收能力有差异, 且外界温度的改变会影响植物对甲醛的吸收能力, 绿萝和吊兰在20℃以下、20~25℃、25℃以上时对甲醛的吸收效果均较好, 薄荷在20℃以下和25℃以上时的甲醛吸收效果较好, 而富贵竹在这3个温度范围内对甲醛吸收效果无明显差异。

关键词: 观赏植物; 甲醛; 吸收作用; 温度

引用: 李荧, 马亚萍, 金铭, 等. 不同温度下植物对甲醛吸收程度的差异[J]. 环境与职业医学, 2018, 35(11): 1035-1039. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2018.18369

Absorption differences of formaldehyde at different temperatures by plants LI Ying, MA Ya-ping, JIN Ming, MA Yue, GU Cui-ying, WANG Sheng-wei, SONG Xue-you, YU De-e (School of Public Health, Hainan Medical College, Haikou, Hainan 571199, China). Address correspondence to YU De-e, E-mail: 404511152@qq.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To understand the absorption of formaldehyde by different plants at different temperatures, and provide a basis for the selection of plants suitable for indoor purification of formaldehyde in Hainan.

[Methods] Five common indoor ornamental plants were selected in this study. At the temperatures of below 20℃, 20-25℃, and above 25℃, the absorption effects of formaldehyde by different plants were detected in sealed cabinets.

[Results] (1) Comparisons among different plants at the same temperature: compared with the blank group, at the temperatures of below 20℃, 20-25℃, and above 25℃, the plant absorption effects of formaldehyde were statistically different ($P<0.05$). The reductions of formaldehyde in the air within 12h at the three temperature categories by mint were 4.34, 3.71, and 5.57 mg/m³, respectively; the reductions by *Chlorophytum comosum* were 3.59, 3.74, and 5.54 mg/m³, respectively; the reductions by *Epidendrum aureum* were 3.87, 3.81, and 5.39 mg/m³, respectively; the reductions by *Dracaena sanderiana* were 3.56, 3.54, and 5.31 mg/m³, respectively; the reductions by *Murraya exotica* were 3.81 and 5.23 mg/m³ at 20-25℃ and above 25℃, respectively. Below 20℃, the formaldehyde purification effects from high to low were mint>*Epidendrum aureum*>*Chlorophytum comosum*>*Dracaena sanderiana*; at 20-25℃,

•作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[基金项目] 海南医学院大学生创新创业训练计划项目(编号: HYCX2015006); 国家级大学生创新创业训练计划项目(编号: 201611810058)

[作者简介] 李荧(1995—), 女, 学士; 研究方向: 预防医学; E-mail: 975338345@qq.com

[通信作者] 于德娥, E-mail: 404511152@qq.com

[作者单位] 海南医学院公共卫生学院, 海南 海口 571199

the effects were *Murraya exotica* = *Epipremnum aureum* > *Chlorophytum comosum* > mint > *Dracaena sanderiana*; above 25℃, the effects were mint > *Chlorophytum comosum* > *Epipremnum aureum* > *Dracaena sanderiana* > *Murraya exotica*. (2) Comparisons of the same plant at different temperatures: except *Dracaena sanderiana*, the rest four plants absorbed different levels of formaldehyde at different temperatures ($P < 0.05$), and the absorption was optimal above 25℃. (3) Comparisons of the same plant at different time: all plants showed certain absorption of formaldehyde, and the effects faded over time.

[Conclusion] The selected plants show varied absorption abilities of formaldehyde, and temperature alters their absorption abilities. High absorption levels by *Epipremnum aureum* and *Chlorophytum comosum* are observed at all temperatures, the absorption by mint is better at below 20℃ and above 25℃, but the absorption by *Dracaena sanderiana* is not obviously different among the three studied temperature ranges.

Keywords: ornamental plant; formaldehyde; absorption; temperature

Citation: LI Ying, MA Ya-ping, JIN Ming, et al. Absorption differences of formaldehyde at different temperatures by plants[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2018, 35(11): 1035-1039. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2018.18369

近年来,不合格、不规范的室内装修材料释放的甲醛正在成为室内空气主要污染物,也是国际公认的人类致癌物^[1]。长期以来,人们一直在寻找消除室内甲醛的方法,常用的主要包括臭氧氧化法、活性炭吸附法、化学中和技术、光和金属催化技术、空气负离子技术和材料封闭技术等六种方法,但都存在不能彻底消除甲醛和产生二次污染等缺点^[2]。目前众多国内外研究发现室内观赏植物不仅能够美化室内环境,还能在提供新鲜空气的同时起到净化甲醛和其他污染气体的作用^[3-7]。但多数研究仅限于分析在某一温度条件下植物对甲醛的吸收能力,关于温度对植物吸收甲醛的影响方面的研究较少,因此不能很好地反映植物在不同季节对甲醛净化能力的变化。本文选取国内居室绿化常用且经济实惠的5种植物(吊兰、绿萝、九里香、富贵竹和薄荷)为研究对象,其中有文献^[8]表明,吊兰和绿萝的甲醛净化能力较好,而关于九里香、富贵竹和薄荷吸收甲醛能力的研究较少,故本实验采用密闭熏气法,验证及进一步探讨这5种植物在不同温度下对甲醛的净化效果,为日常室内绿化布置以及室内甲醛的防治工作提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验材料为九里香、富贵竹、薄荷、吊兰和绿萝5种植物,选购于海口市某花卉市场。每种植物的规格、外形、长势大致相同。

1.2 实验仪器及实验试剂

实验仪器:8050-4型静式染毒柜(天津合普公司,中国)、DSA2000-CH2O甲醛检测仪(青岛大森环保设备有限公司,中国)、温湿度计(Deful,德国)、移液枪(迈德飞,中国)。

实验试剂:37%甲醛分析纯溶液(西陇化工试剂,中国)。

1.3 实验方法

海南四季区分不明显,冬季(12—2月)温度范围在15~20℃左右,夏季(4—9月)多在30℃上下(即25℃以上),其余时间集中在20~25℃。本次实验是结合海南一年来的温度梯度范围进行的实验。为筛选出适合海南各温度变化下用于净化室内甲醛的植物,本研究选定三个温度组,分别是20℃以下、20~25℃和25℃以上。每个温度组都设定空白对照组和实验组,空白对照组只放入甲醛而不放入植物,实验组同时放入甲醛和植物,每个实验组有5种植物,每种3株。九里香由于在20℃以下处于不生长阶段,无法用于实验研究,故在该温度下,只选用了另外4种植物作为实验研究对象。

利用静式染毒柜密闭熏气法检测植物对甲醛的吸收作用。实验开始时在静式染毒柜中放入装有5μL甲醛分析纯溶液的平皿和植物,调整加药台温度为55℃左右,使甲醛溶液短时间内充分挥发,1h后采用快速甲醛检测仪检测此时染毒柜中甲醛的浓度作为初始浓度,随后于该次检测后的第4、8、12h依次测定甲醛浓度。试验重复3次,取平均值。最终以单位时间内静式染毒柜空气中甲醛的减少量作为植物吸收甲醛能力的评价指标。理论上,评价植物对甲醛吸收能力的指标应为植物对甲醛的吸收量,即植物中甲醛的初始含量和终末时段植物中甲醛含量之差,由于实验条件限制,难以测定植物中甲醛含量,因此本实验分别测定实验组染毒柜空气中甲醛初始浓度以及4、8、12h时甲醛浓度,单位时间内空气中甲醛的减少量可以间接反映植物对甲醛的净化能力。为了减少植物根部和土壤对甲醛的吸收,本实验用聚

四氟乙烯的薄膜包裹处理该部分。

1.4 统计学分析

运用SPSS 17.0和Excel软件完成实验数据的整理与分析。对同一温度下不同植物对甲醛的吸收能力(单位时间内空气中甲醛减少量)进行植物种类和时间的两因素重复测量方差分析;同样地,对不同温度条件下同一植物对甲醛的吸收能力进行温度和时间的两因素重复测量方差分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 各植物不同时间段对甲醛的吸收作用

由表1可知,相同温度下各组甲醛浓度随时间的增加逐渐下降。与初始浓度相比,各实验组4h时甲醛浓度下降幅度最大,而其他时间点甲醛浓度下降幅度均小于4h时。说明植物在甲醛浓度较高时对甲醛的吸收效果较好;当甲醛浓度逐渐下降,各植物对甲醛的吸收作用也逐渐减弱。

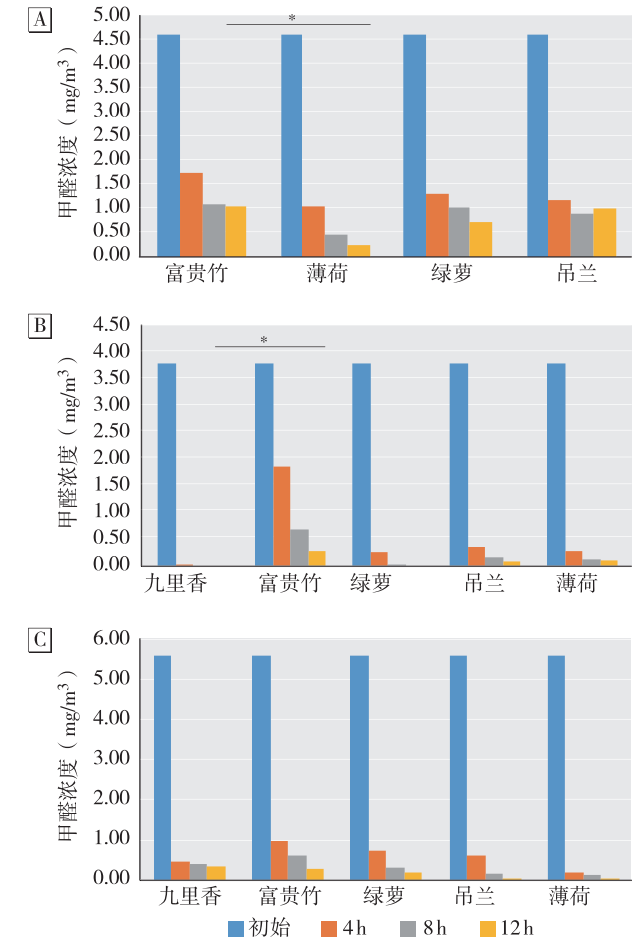
表1 不同温度和时间下各组空气中甲醛浓度的变化(mg/m³)

组别	20℃以下			20~25℃			25℃以上		
	4h	8h	12h	4h	8h	12h	4h	8h	12h
空白	3.44	2.62	2.54	3.54	1.91	1.59	2.70	2.22	1.66
九里香	—	—	—	0.02	0.00	0.00	0.46	0.40	0.35
富贵竹	1.74	1.08	1.03	1.87	0.69	0.27	0.98	0.62	0.27
绿萝	1.29	1.02	0.72	0.26	0.02	0.00	0.73	0.30	0.19
吊兰	1.18	0.88	1.00	0.36	0.16	0.07	0.62	0.17	0.04
薄荷	1.04	0.46	0.25	0.28	0.12	0.10	0.18	0.14	0.01

[注]20℃以下、20~25℃、25℃以上甲醛的初始浓度分别为4.59、3.81、5.58mg/m³。

2.2 相同温度下不同植物对甲醛的吸收作用

结果显示,在3个温度条件下各组12h时空气中甲醛减少量具有统计学差异意义($F=19.390$, $F=9.331$, $F=7.004$, 均 $P<0.05$)。20℃以下时,各实验组12h甲醛的净化效果依次为:薄荷(4.34mg/m³)>绿萝(3.87mg/m³)>吊兰(3.59mg/m³)>富贵竹(3.56mg/m³)。气温在20~25℃时,净化效果依次为:九里香(3.81mg/m³)=绿萝(3.81mg/m³)>吊兰(3.74mg/m³)>薄荷(3.71mg/m³)>富贵竹(3.54mg/m³)。在25℃以上时,净化效果大小依次为:薄荷(5.57mg/m³)>吊兰(5.54mg/m³)>绿萝(5.39mg/m³)>富贵竹(5.31mg/m³)>九里香(5.23mg/m³)。两两比较结果表明:12h时,20℃下的薄荷对甲醛的吸收效果大于富贵竹($P<0.05$),在20~25℃时,九里香对甲醛的净化效果大于富贵竹($P<0.05$)。见图1。



[注]*: $P<0.05$ 。

图1 20℃以下(A)、20~25℃(B)、25℃以上(C)时各植物对甲醛的吸收能力

2.3 不同温度同一植物对甲醛的吸收作用

如表2所示,植物对甲醛的吸收作用会随着所处温度的不同有所变化:除富贵竹外,九里香、绿萝、吊兰和薄荷在各温度下对甲醛的吸收能力有统计学差异($P<0.05$)。各温度下九里香的甲醛净化效果依次为25℃以上>20~25℃,绿萝的甲醛净化效果依次为25℃以上>20℃以下>20~25℃,吊兰的甲醛净化效果依次为25℃以上>20~25℃>20℃以下,薄荷的甲醛净化效果依次为25℃以上>20℃以下>20~25℃。

表2 5种植物在各温度条件12h时空气中甲醛减少量

植物	20℃	20~25℃	25℃以上	F	P
九里香	—	3.81	5.23	10.972	0.030
富贵竹	3.56	3.54	5.31	0.955	0.437
绿萝	3.87	3.81	5.39	5.836	0.039
吊兰	3.59	3.74	5.54	19.837	0.002
薄荷	4.34	3.71	5.57	37.713	0.000

2.4 甲醛暴露后5种植物的形态变化

植物对甲醛适应能力有所不同,不同温度下外部

形态表现也不同。5种实验植物经甲醛暴露后,只有吊兰和薄荷在20℃以上时外观上发生轻微改变,出现叶尖或叶缘发黄,萎蔫,其余3种植物外观无明显变化。

3 讨论

甲醛是室内常见的一种挥发性气体,对眼、呼吸道、皮肤有刺激作用,能使蛋白质变性,长期接触可能会导致多种疾病的发生^[8]。近年来,许多研究表明植物不仅能美化环境还具有吸收甲醛等有害气体的作用^[9]。植物是通过吸收、转运、积累及排泄等新陈代谢活动实现对有毒气体的吸收作用,从而达到净化空气的效果^[10-11],植物的根和叶片是主要的吸收器官。

本研究结果显示,同一温度下实验所选用的5种植物在一定程度上都可以吸收甲醛,但吸收能力有较大差异。植物种类不同,其解剖结构也不同,加上不同植物的叶面积和蒸腾效率存在差异,以致植物对甲醛的吸收能力不同——植物的蒸腾效率越高,叶面积越大,其表面对有害气体的吸收能力就越强。

由于薄荷对温度具有较强的适应能力,且薄荷枝叶茂盛,叶片总面积较大,所以薄荷的甲醛吸收率高。绿萝属于阴性植物,吊兰喜欢温暖湿润、半阴的环境,且两者的叶面积大,适宜在室内环境中生长,所以绿萝和吊兰对室内甲醛的吸收效果较好。而富贵竹的叶片较少,总叶面积小,故对甲醛的吸收效果不明显。九里香属于阳性植物,最佳生长的温度为20~32℃,只有置于有足够阳光且空气流通的地方才能枝繁叶茂,所以九里香对室内甲醛的吸收率与环境温度关系较大。

但是,从实验结果中可知,对照组空气中甲醛含量也呈现下降的趋势,可能的原因是静式染毒柜对甲醛存在一定的吸附作用,因此测定染毒柜内单位时间内空气中的甲醛减少量只能初步反映植物对甲醛的净化作用,实际上植物对甲醛的吸收应扣除对照组自然衰减的量,即实验组甲醛初始浓度减去某一时段(或终末)甲醛浓度,再减去对照组相应时间段内甲醛自然衰减的浓度。但这种净化效果的计算也存在问题,对于该方面研究仍需要更深入细致的探讨。

另外,随着时间的增加,同一温度下植物对甲醛的净化效果逐渐下降,这说明了植物对甲醛的吸收过程是动态的,在实验初期植物受到较高浓度甲醛的胁迫,

调动了自身的代谢机制以加快对甲醛的吸收,当甲醛浓度下降时,植物对甲醛吸收也逐渐减慢。

且从结果可知,同一植物在不同温度下吸收甲醛的能力不同,薄荷在20℃以下和25℃以上时对甲醛的吸收作用最好。绿萝和吊兰在这3种实验温度下对甲醛的吸收效果均较好。九里香只有在20~25℃时的甲醛吸收效果较好,富贵竹对甲醛的吸收作用在3个温度梯度差异均不明显。造成这种差异的原因可能是,第一,温度的变化可能会影响甲醛的挥发。有研究表明,气温每升高5~6℃,室内甲醛浓度可提高一倍^[12]。因此,在本实验中不同温度下所用的甲醛量是一致的,温度越高,甲醛挥发越充分,甲醛初始浓度越高,植物对甲醛的吸收也更充分;第二,植物和微生物通过多种蛋白酶的协同作用对甲醛进行代谢,而不同蛋白酶的最佳反应催化环境温度是有差异的。在本实验中,实验温度的变化会影响这些酶的作用能力,所以不同温度下植物对甲醛的吸收效果也不同;第三,每种植物适宜生长的最佳温度不同,当其处于最佳生长温度范围内时,其良好的成长状态使甲醛吸收效果增加。

因此,实验所选取的5种植物在温度较高时对甲醛的吸收效果比温度较低时好,这可能与植物在夏季生长状态,代谢旺盛或其他因素的影响有关^[13]。而且相对于冬季,人们在夏季开窗通风的习惯加快了甲醛的扩散,所以我们要根据不同的季节选择不同的植物装饰居室内环境,还要经常开窗透气,营造良好的室内环境。

另外,实验结果显示,在这三种实验温度下,只有吊兰和薄荷在20℃以上时,出现部分叶片变黄萎蔫,其余均无明显的形态改变。若比较不同植物对甲醛的耐受性,还需要检测一系列生理指标,如丙二醛、POD活性(过氧化物酶活性)和脯氨酸含量等。对比5种植物对甲醛的净化效果及受到甲醛胁迫后植物的形态变化,研究结果表明植物对甲醛的耐受能力与吸收能力之间并没有完全的相关性。

综上所述,绿色植物在净化室内甲醛方面起着非常重要的作用。但是该方面的研究还不够深入全面。另外,大多数实验无法精准地控制实验时的环境因子,同一种植物处于不同的环境中,其对甲醛的吸收能力往往不同。因实验中静式染毒柜的狭小环境和室内环境存在许多方面的差异,若要精准评定室内环境下植物对甲醛的吸收作用还需要更为深入的研究。

参考文献

- [1] 景荣荣. 7种室内耐阴观叶植物对甲醛污染的耐胁迫能力及净化能力研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2017.
- [2] 刘栋. 几种室内观赏植物对甲醛的抗性与吸收能力研究[D]. 保定: 河北农业大学, 2011.
- [3] TEIRI H, POURZAMANI H, HAJIZADEH Y. Phytoremediation of VOCs from indoor air by ornamental potted plants: a pilot study using a *palm species* under the controlled environment[J]. *Chemosphere*, 2018, 197: 375-381.
- [4] 许桂芳. 7种观赏植物对甲醛的净化效果及生理响应[J]. *中国农学通报*, 2012, 28(19): 266-269.
- [5] 安雪. 观赏植物对甲醛气体的净化能力及耐受性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [6] 耿孝恒, 刘鑫. 5种绿色植物对甲醛的吸收能力模拟试验研究[J]. *安全与环境工程*, 2012, 19(2): 23-25+36.
- [7] 解娇, 庞凤仙, 高海, 等. 几种室内观赏植物对甲醛的吸收能力[J]. *福建林业科技*, 2012, 39(4): 69-72.
- [8] 王先丛. 六种室内观叶植物净化甲醛污染的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2012.
- [9] SRIPRAPAT W, SUKSABYE P, AREEPHAK S, et al. Uptake of toluene and ethylbenzene by plants: removal of volatile indoor air contaminants[J]. *Ecotoxicol Environ Saf*, 2014, 102: 147-151.
- [10] MOSADDEGH M H, JAFARIAN A, GHASEMI A, et al. Phytoremediation of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene contaminated air by *D. deremensis* and *O. microdasys* plants[J]. *J Environ Health Sci Eng*, 2014, 12: 39.
- [11] 梁诗, 沈海燕, 陈鑫辉, 等. 室内观赏植物吸收甲醛和苯能力的比较研究[J]. *安全与环境学报*, 2013, 13(1): 57-62.
- [12] 王月珍, 程利敏, 高红梅. 3种观叶植物净化室内甲醛污染效果的研究[J]. *中国园艺文摘*, 2012, 28(1): 15-16, 25.
- [13] 张鑫鑫. 几种室内观赏植物甲醛吸收特性研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- (收稿日期: 2018-06-01; 录用日期: 2018-08-22)
(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 陈非儿)
-
- (上接第1034页)
- effects of curcumin[J]. *Int J Fertil Steril*, 2017, 11(3): 166-175.
- [9] 李秋营, 杨艳旭, 张太强, 等. 实验性大鼠铝中毒模型建立[J]. *山西医药杂志*, 2002, 31(2): 113-115.
- [10] 李艳飞, 胡崇伟, 冯国锋, 等. 亚慢性铝暴露对雏鸡肾脏结构与功能的影响[J]. *中国家禽*, 2011, 36(16): 10-12.
- [11] FENG W, CUI X, LIU B, et al. Association of urinary metal profiles with altered glucose levels and diabetes risk: a population-based study in China[J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0123742.
- [12] 阎飞. 1337名氧化铝退休工人健康状况调查分析[J]. *医学信息*, 2011(7): 2901.
- [13] WEI X, WEI H, YANG D, et al. Effect of aluminum exposure on glucose metabolism and its mechanism in rats[J]. *Biol Trace Elem Res*, 2018.
- [14] WALLER A P, KALYANASUNDARAM A, HAYES S, et al. Sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} ATPase pump is a major regulator of glucose transport in the healthy and diabetic heart[J]. *Biochim Biophys Acta*, 2015, 1852(5): 873-881.
- [15] QIAO M, LIU P, REN X, et al. Potential protection of taurine on antioxidant system and ATPase in brain and blood of rats exposed to aluminum[J]. *Biotechnol Lett*, 2015, 37(8): 1579-1584.
- [16] 郭湘云, 余霞, 张晓雪, 等. 人体某些元素含量和三磷酸腺苷酶活性与血糖关系的研究[J]. *中国职业医学*, 2002, 29(2): 33-34.
- [17] SUSHMA N J, RAO K J. Total ATPases activity in different tissues of albino mice exposed to aluminium acetate[J]. *J Environ Biol*, 2007, 28(2 Suppl): 483-484.
- [18] NOZDRENKO D M, ABRAMCHUK O M, SOROCA V M, et al. The effect of the aluminum chloride-quercetin complex on Ca^{2+} , Mg^{2+} -ATPase activity and contraction dynamic properties of muscle tibialis anterior from *Rana temporaria*[J]. *Ukr Biochem J*, 2015, 87(6): 76-85.
- (收稿日期: 2018-05-01; 录用日期: 2018-07-17)
(英文编辑: 汪源; 编辑: 王晓宇; 校对: 邱丹萍)