

苯硫脲尝味能力测定与分析

邹妙雯, 康宇佳, 石金磊*

上海科技大学生命科学与技术学院, 上海

Email: *shijl@shanghaitech.edu.cn

收稿日期: 2021年5月21日; 录用日期: 2021年6月4日; 发布日期: 2021年6月17日

摘要

目的: 测定本校生命学院大三本科生苯硫脲(PTC)味盲基因频率。方法: 采用阈值法测定250名本科生对PTC的尝味敏感性。结果 味盲率为10.4%, 味盲基因频率为0.356, 尝味基因频率为0.644。结论: 尝味能力与民族、地理位置以及某些疾病相关。

关键词

苯硫脲, 味盲, 基因频率

Determination and Analysis of the Taste Ability to Phenylthiocarbamide (PTC)

Miaowen Zou, Yujia Kang, Jinlei Shi*

School of Life Science and Technology, Shanghai Tech University, Shanghai

Email: *shijl@shanghaitech.edu.cn

Received: May 21st, 2021; accepted: Jun. 4th, 2021; published: Jun. 17th, 2021

Abstract

Objective: To determine the taste-blindness gene frequency of PTC among undergraduate students in our college of life science. **Methods:** To adopt the way of deciding taste-blindness with threshold to determine the sensitivity to the taste on PTC of 250 juveniles. **Result:** The taste-blindness rate was 10.4%, the taste-blindness gene frequency was 0.356 and the taste frequency was 0.644. **Conclusion:** The PTC tasting ability is relevant to nationality, geographic position and some diseases.

*通讯作者。

Keywords

Phenylthiocarbamide, Taste-Blindness, Gene Frequency

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

苯硫脲(phenylthiocarbamide, PTC)是硫脲的苯基衍生物,呈白色结晶的粉末状,主要应用于人群的群体遗传学分析。由于苯硫脲中具有官能团硫代酰胺基($N-C=S$),而使其具有苦涩味。在1932年, Fox首次发现了部分人可以尝出苯硫脲的苦涩味,他将这些人称为:尝味者,而将不能尝出苦涩的人群称为:味盲者。根据受试者对苯硫脲的尝味能力,将人群分为了尝味者和味盲者两大类[1]。通过研究可以发现,苯硫脲的尝味能力是被单基因控制的常染色体下的不完全显性遗传。显性遗传基因 T 的纯合子(TT)或杂合子(Tt)是尝味者的基因型,而隐性基因 t 的纯合子(tt)是味盲者的基因型。在2003年研究中,成功的克隆了 PTC 味盲基因 *TAS2R38*,它是属于苦味受体基因中的 T2R 家族,位于7号染色体的短臂上[2] [3]。

PTC 尝味的敏感性和部分疾病之间具有一定的关联,如过度肥胖、恶性肿瘤、帕金森症、鼻窦炎、糖尿病、丧失快乐(抑郁症的一种)等,甚至会影响某些癌症的发病率[4]-[9]。其中以巴西人为研究对象的一项结果显示,PTC 的尝味能力与血型、性别和食物过敏有相关性[10]。肥胖是全球性的问题,特别在发展中国家肥胖人数在迅速的增长,有研究发现,PTC 味盲者与尝味者相比具有更高的 BMI 指数[11]。

检测 PTC 味盲有结晶法、纸片法、阈值法等方法。最近几年,实验中通常采用的是 Harris 和 Kalmus 改进的阈值法[12]。本实验按此方法配置 PTC 梯度浓度溶液,对上海科技大学 2014~2018 级生命科学专业大三本科生人群进行 PTC 味盲基因频率的测定和分析,从而丰富群体遗传学学习资料。

2. 材料与方法

2.1. 实验对象

上海科技大学 2014~2018 级生命科学专业大三本科生,共计 250 人。年龄 18~21 周岁,身体健康,无遗传疾病史。

2.2. 实验方法

2.2.1. 溶液的配置

取苯硫脲粉末 1.3 g,加入蒸馏水 1 L,期间不断摇晃加以溶解,将获得的苯硫脲原液浓度为 1/750,命名为 1 号液。用 1 号液进行倍比稀释分别获得 2~14 号液,另外,取蒸馏水作为对照液。把尝味能力在 1~6 号液之间的为 tt 型,尝味能力在 7~10 号液之间的是 Tt 型,尝味能力在 11~14 号液之间的为 TT 型。

2.2.2. 味觉测试

受试者从 14 号溶液开始尝味,用蒸馏水做同样的试验,询问受试者是否能够区分两种溶液,如果不能或者不确定的时候,则依次用 13、12 号溶液进行反复的实验,直到能够明确的尝出苦味,并记录相应的溶液编号。注意在测试的过程中,交替的给受试者以蒸馏水,避免受试者进行猜想而影响最终的实验结果。

3. 结果

3.1. PTC 尝味能力分布

6号溶液是尝味者和味盲者的临界值。基因型为隐性纯合子 tt 的人阈值范围在 1~6 号溶液之间, 基因型为显性杂合子 Tt 的人阈值范围在 7~10 号溶液之间, 基因型为显性纯合子 TT 人群的阈值在 11~14 号溶液之间, 即尝味阈值等于或小于 6 号液的人群属于味盲, 尝味阈值大于 6 号液的是具有尝味能力的人。在本次实验中, 检测数量是 250 人, 检测结果尝味阈值小于 6 号溶液, 即味盲者(tt)有 26 人, 味盲率是 10.4%; 味阈值大于或等于 6 号溶液, 即尝味者(Tt 和 TT)有 224 人, 占 89.6%。

3.2. PTC 味盲基因频率

基因频率与基因型频率的计算依据 Hardy-Weinberg 定律, 结果得出显性基因频率 T 是 0.644, 隐性基因频率 t 是 0.356。其中尝味杂合子(Tt)的基因型频率是 0.458, 尝味纯合子(TT)的基因型频率是 0.414, 味盲纯合子(tt)的基因型频率是 0.126。

4. 讨论

4.1. PTC 味盲与民族和地理位置的关系

已经有研究对我国多个民族人群的苯硫脲尝味能力进行了分析, 发现在不同的民族中味盲基因频率有较为明显差异, 尽管是在同一民族的不同地区, PTC 味盲基因频率也有不同[13]-[18]。本次实验中, 我们测定的 PTC 味盲基因频率是 0.356, 与李晓军等[19]所测定的汉族青年味盲基因频率比较接近。我国不同地区的 PTC 味盲基因在分布上具有比较明显的规律, 如在西北地区的味盲基因频率偏高, 而在华南和华东地区的味盲基因频率则偏低, 且差异幅度较大[20]。我校(上海科技大学)虽然位于华东地区, 但由于很多学生的生源地来源于四川, 甘肃, 湖北等中西部地区, 这可能是造成我们的检测群体中味盲基因频率偏高的主要原因。

4.2. PTC 味盲与性别的关系

关于 PTC 尝味能力与性别的关系, 国外有研究显示, 女性可以尝出更低浓度的 PTC 溶液, 与男性相比更有可能是尝味者, 这有可能是因为性激素可以影响 PTC 尝味能力所导致的[10] [21]。但在对中国汉族群体遗传学中研究发现, 女性味盲率和男性味盲率相差不大[22], 而对中国侗族群体遗传学中研究发现, 女性的味盲率要比男性味盲率高[14]。在我们本次的检测过程中, 并未发现男女性之间的味盲率有明显的差异。因此, 我们认为男女 PTC 味盲率的高低与不同民族和同民族的不同群体有关, 不能简单地认为 PTC 味盲率男性高于女性, 或女性高于男性。

4.3. PTC 味盲与疾病的关系

PTC 味盲基因的测定与分析不仅在人类群体遗传学、人类民族学方面有其科学价值, 在医学领域, 越来越多的研究显示, 在呼吸道上的味觉受体对于感知细菌和调控先天免疫方面是非常重要的, 缺少 PTC 尝味能力会导致一系列的临床疾病[23]。一项对德国和捷克人群的研究发现, PTC 味盲者患结直肠癌的风险更高[24]。对日本癌症患者的研究发现, PTC 味盲者患胆管癌、肝癌、胰腺癌、结直肠癌和胃癌的风险更高[25]。除此之外, 有研究发现, PTC 味盲者与饮酒量的增加相关, 并且会导致罹患头颈癌的风险升高[26]。PTC 受体基因 *TAS2R38* 在非口腔组织中也介导多种功能, 肥胖人群的脂肪细胞中 *TAS2R38* 较正常体型者有更高的表达水平并参与分化和去脂作用[27]。有研究者观察到人胎盘组织细胞中有意想不到的 *TAS2R38* 的高表达[28]。这些都表明除了品尝苦味以外, *TAS2R38* 还有其它功能, 并且可能在一

些目前尚未发现的内源性配体。令人非常感兴趣的是进行 PTC 味盲基因的测定, 对于研究双生、亲子鉴定、尝味能力与某些疾病的遗传相关有着重要的应用价值。

5. 结语

苯硫脲尝味实验是遗传学实验教学中经常采用的一个实验, 这个实验所需的试剂和耗材比较简单, 因此, 在多数学校的实验室中都可以开展这个实验, 通过苯硫脲尝味实验不仅可以使学生们更好的理解 Hardy-Weinberg 定律, 并且由于本实验的研究对象是学生自己, 所以, 在实验过程中学生表现出很高的参与度。

基金项目

上海科技大学生命科学与技术学院本科生实验室运行经费 2020A0202-405-18。

参考文献

- [1] Fox, A.L. (1932) The Relationship between Chemical Constitution and Taste. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **18**, 115-120. <https://doi.org/10.1073/pnas.18.1.115>
- [2] Drayna, D., Coon, H., Kim, U.K., Elsner, T., Cromer, K., Otterud, B., *et al.* (2003) Genetic Analysis of a Complex Trait in the Utah Genetic Reference Project: A Major Locus for PTC Taste Ability on Chromosome 7q and a Secondary Locus on Chromosome 16p. *Human Genetics*, **112**, 567-572. <https://doi.org/10.1007/s00439-003-0911-y>
- [3] Kim, U.K., Jorgenson, E., Coon, H., Leppert, M., Risch, N. and Drayna, D. (2003) Positional Cloning of the Human Quantitative Trait Locus Underlying Taste Sensitivity to Phenylthiocarbamide. *Science*, **299**, 1221-1225. <https://doi.org/10.1126/science.1080190>
- [4] Coltell, O., Sorlí, J.V., Asensio, E.M., Fernández-Carrión, R., Barragán, R., Ortega-Azorín, C., *et al.* (2019) Association between Taste Perception and Adiposity in Overweight or Obese Older Subjects with Metabolic Syndrome and Identification of Novel Taste-Related Genes. *American Journal of Clinical Nutrition*, **109**, 1709-1723. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz038>
- [5] Lambert, J.D., VanDusen, S.R., Cockcroft, J.E., Smith, E.C., Greenwood, D.C. and Cade, J.E. (2019) Bitter Taste Sensitivity, Food Intake, and Risk of Malignant Cancer in the UK Women's Cohort Study. *European Journal of Nutrition*, **58**, 2111-2121. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1772-4>
- [6] Moberg, P.J., Balderston, C.C., Rick, J.H., Roalf, D.R., Weintraub, D., Kleiner-Fisman, G., *et al.* (2007) Phenylthiocarbamide (PTC) Perception in Parkinson Disease. *Cognitive and Behavioral Neurology*, **20**, 145-148. <https://doi.org/10.1097/wnn.0b013e31812570c3>
- [7] Thomas, J., Al-Mesaabi, W., Bahusain, E. and Mutawa, M. (2014) The Relationship between Taste Sensitivity to Phenylthiocarbamide and Anhedonia. *Psychiatry Research*, **215**, 444-447. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2013.11.026>
- [8] Smail, H.O. (2019) The Roles of Genes in the Bitter Taste. *AIMS Genetics*, **6**, 88-97. <https://doi.org/10.3934/genet.2019.4.88>
- [9] Douglas, J.E. and Cohen, N.A. (2017) Taste Receptors Mediate Sinonasal Immunity and Respiratory Disease. *International Journal of Molecular Sciences*, **18**, Article No. 437. <https://doi.org/10.3390/ijms18020437>
- [10] Leite, I.C.R., Dos Santos Júnior, J.C., de Sousa, C.C.S., Lima, A.V. and Miranda-Vilela, A.L. (2018) Recognition of Phenylthiocarbamide (PTC) in Taste Test Is related to Blood Group B Phenotype, Females, and Risk of Developing Food Allergy: A Cross-Sectional Brazilian-Based Study. *Nutrition Research*, **52**, 22-38. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2017.12.013>
- [11] Veluswami, D., Meena, B.A., Latha, S., Fathima, I.G., Soundariya, K. and Selvi, K.S. (2015) A Study on Prevalence of Phenyl Thiocarbamide (PTC) Taste Blindness among Obese Individuals. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, **9**, CC04-CC06. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2015/11821.5896>
- [12] Harris, H. and Kalmus, H. (1949) The Measurement of Taste Sensitivity to Phenylthiourea. *Annals of Eugenics*, **15**, 24-31. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1949.tb02419.x>
- [13] 李文华. 西藏藏族青年苯硫脲尝味能力测定[J]. 西藏医药杂志, 2003, 24(2): 6-8+73.
- [14] 皮建辉, 舒孝顺, 余朝文. 湖南侗族青少年苯硫脲尝味能力测定与分析[J]. 解剖科学进展, 2003, 9(4): 315-316.
- [15] 丁明, 焦云萍, 姜竹春, 杨德芬, 李进凡. 云南摩梭族、普米族苯硫脲味盲基因频率的分析[J]. 中国优生与遗传

- 杂志, 1998(5): 44-45.
- [16] 姬可平, 王秋岑, 唐启松. 苗族、壮族及汉族学生苯硫脲尝味能力测定与分析[J]. 中国优生与遗传杂志, 2007, 15(10): 33-34+54.
- [17] 王斌, 杨圣敏. 新疆不同地区维吾尔族苯硫脲尝味遗传多态性研究[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2015, 51(1): 70-74+81.
- [18] 杨元元, 安徽地区汉族学生苯硫脲尝味能力的测定与分析[J]. 包头医学院学报, 2018, 34(2): 83-84.
- [19] 李晓军, 陈月甘, 蔡巧青, 赵霞, 李冬娜. 海南汉族青年苯硫脲尝味能力测定[J]. 海南医学院学报, 1996(3): 4-6.
- [20] 肖春杰, Cavalli-Sforza, L.L., Minch, E., 杜若甫. 中国人群的等位基因地理分布图[J]. 遗传学报, 2000, 27(1): 1-6.
- [21] Guo, S.W. and Reed, D.R. (2001) The Genetics of Phenylthiocarbamide Perception. *Annals of Human Biology*, **28**, 111-142. <https://doi.org/10.1080/03014460151056310>
- [22] 史景杰. 482 例汉族学生苯硫脲尝味分析[J]. 卫生职业教育, 2001(S3): 270.
- [23] Lee, R.J. and Cohen, N.A. (2014) Bitter and Sweet Taste Receptors in the Respiratory Epithelium in Health and Disease. *Journal of Molecular Medicine*, **92**, 1235-1244. <https://doi.org/10.1007/s00109-014-1222-6>
- [24] Carrai, M., Steinke, V., Vodicka, P., Pardini, B., Rahner, N., Holinski-Feder, E., *et al.* (2011) Association between TAS2R38 Gene Polymorphisms and Colorectal Cancer Risk: A Case-Control Study in Two Independent Populations of Caucasian Origin. *PLoS ONE*, **6**, e20464. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020464>
- [25] Yamaki, M., Saito, H., Isono, K., Goto, T., Shirakawa, H., Shoji, N., *et al.* (2017) Genotyping Analysis of Bitter-Taste Receptor Genes TAS2R38 and TAS2R46 in Japanese Patients with Gastrointestinal Cancers. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, **63**, 148-154. <https://doi.org/10.3177/jnsv.63.148>
- [26] Dotson, C.D., Wallace, M.R., Bartoshuk, L.M. and Logan, H.L. (2012) Variation in the Gene *TAS2R13* Is Associated with Differences in Alcohol Consumption in Patients with Head and Neck Cancer. *Chemical Senses*, **37**, 737-744. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjs063>
- [27] Canello, R., Micheletto, G., Meta, D., Lavagno, R., Bevilacqua, E., Panizzo, V., *et al.* (2020) Expanding the Role of Bitter Taste Receptor in Extra Oral Tissues: TAS2R38 Is Expressed in Human Adipocytes. *Adipocyte*, **9**, 7-15. <https://doi.org/10.1080/21623945.2019.1709253>
- [28] Wölfle, U., Elsholz, F.A., Kersten, A., Haarhaus, B., Schumacher, U. and Schempp, C.M. (2016) Expression and Functional Activity of the Human Bitter Taste Receptor TAS2R38 in Human Placental Tissues and JEG-3 Cells. *Molecules*, **21**, Article No. 306. <https://doi.org/10.3390/molecules21030306>