文章编号: 1673-1689(2011)03-0381-07

酸法水解玉米芯制备还原糖液及其在烟用反应型香料中的应用

徐 利[1], 侯亚龙[2], 罗昌荣*[3]

(1. 山东瑞博斯烟草有限公司, 山东 临沂 276400; 2. 花臣香精(昆山)有限公司, 江苏昆山 215345; 3. 华宝食用香精香料(上海)有限公司, 上海 201821)

摘 要: 玉米芯中富含木糖和阿拉伯糖, 研究表明玉米芯是生产 Maillard 反应香料前驱体—戊糖的良好原料。以玉米芯为原料, 提取得到戊聚糖, 运用稀酸水解法获得还原糖液。HPLC-ELSD 法测定表明还原糖液富含木糖和阿拉伯糖。将标准化的还原糖液与氨基酸混和后, 经 Maillard 反应获得了不同风味的反应型香料, 为反应型香料的生产找到了一种廉价易得的戊糖原料, 并为农产品加工废弃物—玉米芯找到了新的利用途径。

关键词: 玉米芯; 酸法水解; 还原糖; 烟用反应型香料

中图分类号: TS 264.3 文献标识码: A

Preparation of Reducing Sugar Solution by Acidic Hydrolyzing Corn Cob and Its Application in Tobacco Reaction Flavor

XU Li[1], HOU Ya-long[2], LUO Chang-rong*[3]

(1. Shandong Rebirth Tobacco Co. Ltd., Linyi 276400, China; 2. Frutarom Flavor(Kun Shan) Co. Ltd., Kunshan 215345, China; 3. Huabao Food Flavor & Fragrance (Shanghai) Co. Ltd., Shanghai 201821, China)

Abstract: Corn cob was one kind of ideal raw materials for processing flavor precursor because of its rich xylose and arabinose. The extracted pentosans were hydrolyzed by diluted acid to obtain reducing sugars hydrolysates. HPLC-ELSD analysis results revealed that xylose and arabinose were rich in the hydrolysates. The standardized solutions of reducing sugars were utilized in the process of different reaction flavors. Therefore, one cheap raw materials of pentose for reaction flavors was developed.

Key words: corn cob, acidic hydrolysation, reducing sugar, tobacco reaction flavor

中国是一个农业大国, 玉米是三大粮食作物之一, 从 1996 年至今玉米的年产量均在 1 亿 t 以上。据最新统计报告 2004 年中国的玉米产量为 1.3 亿 t, 2005 年为 1.28 亿 t[1]。根据中国国家粮油信息中心预测 2006 年中国的玉米产量将达到为 1.42 亿 t。按产 3 kg 玉米得 1 kg 玉米芯计算, 中国年约产

收稿日期: 2010-05-20

基金项目: 上海市引进技术的吸收和创新计划项目(08-081)。

作者简介: 徐利(1970-), 男, 山东沂水人, 高级工程师, 主要从事烟草风味化学研究。

* 通信作者: 罗昌荣(1970-), 男, 湖南衡阳人, 工学博士, 高级工程师, 从事新型香精香料的开发和香精香料的缓释控释研究。Email: luochangrong@hotmail.com

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

玉米芯 0.4 亿 t 以上。目前中国对玉米芯的利用基本处于初加工阶段, 用于糠醛、木糖醇及酚类生产的仅几十万 t, 用于生产食用菌、低聚木糖等还处于推广阶段, 绝大部分作为燃料使用。

玉米芯的组成成分除水分外, 主要为纤维素、半纤维素、木质素。其中, 半纤维素是由阿拉伯糖基、木糖基和少量葡萄糖基构成, 主要由 D- 木糖为主链、阿拉伯糖和葡萄糖为支链的木聚糖组成[2-3]。玉米芯的半纤维素含量高于玉米秸秆、稻壳、小麦麸皮、小麦秸秆、棉籽壳、甘蔗渣等农作物, 所以玉米芯是制备戊糖的良好原料。戊糖因其高 Maillard 反应活性, 已被广泛用于反应型香精的生成。因此, 研究玉米芯生成 Maillard 反应型香料的理论和生成技术十分必要。

戊聚糖提取和水解是制备还原糖液的 2 个主要过程。戊聚糖的提取要做到尽量使原料中的戊聚糖充分提取出来, 同时尽量减少其它杂质含量。而水解则要尽量避免所生成的还原糖在水解过程中被降解形成糠醛。

由于生产反应型香精的不同目的, 需要配制不同比例的单糖混和物, 而水解制得的还原糖液是固定比例的单糖混合物, 因此可通过添加单糖的方式满足单糖比例的要求, 简单的操作流程见图 1。

1 实验材料

盐酸、硝酸、酒石酸钾钠、苯酚、苯、氯化钡、氢氧化钠、乙醇: 均为 AR 级, 硫酸: GR 级, 碳酸钡: CP 级, 国药集团化学试剂有限公司提供; 3, 5- 二硝基水杨酸: CP 级, 上海化学试剂采购供应五联化工厂; 无水亚硫酸钠: AR 级, 杭州高晶精细化工有限公司生产。D- 葡萄糖、D- 木糖、糠醛: 纯度> 99%, Sigma 公司产品; L- 阿拉伯糖: 纯度> 99%, 美国 Sanland 公司产品。

玉米芯粉: 100 目, 辽宁北票棒棒玉米芯开发有限公司(品种: 沈农 T46) 提供。

Agillent1100 型高效液相色谱仪: 美国 Agilent 公司产品; ELSD800 型蒸发光散射检测器: 美国 Alltech 公司产品; Vortex XW-80A 型漩涡混和器: 上海医科大学仪器厂产品; AL204 型分析天平: 瑞士 METTLER TOLEDO 公司产品; DELTA 320pH 计: 瑞士 METTLER TOLEDO 公司产品; 紫外- 可见光分光光度计: 日本岛津公司产品; CARBOLITE 马弗炉: 法国 THERMAL 公司产品; 766-2 型远红外干燥箱: 上海浦东跃欣科学仪器厂产品; 虹吸式索氏抽提器: 上海玻璃仪器厂产品; DZF-6050 型真空干燥箱: 上海精宏实验设备有限公司产品; SH2-B 型恒温水浴振荡器: 上海跃进医疗器械厂产品; 高速离心机 LXJ-ⅡB 型: 安亭科学仪器厂产品。

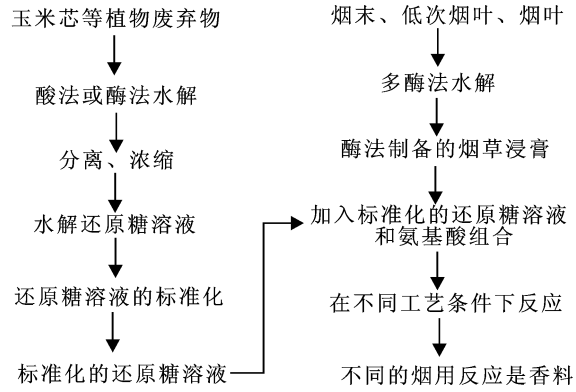


图 1 玉米芯水解制备还原糖液及标准化、应用流程

Fig. 1 Standardized application flow of reducing sugar prepared from corn cob

2 实验方法

2.1 玉米芯成分测定

玉米芯的主要成分为纤维素、半纤维素、木质素及水分。

2.1.1 水分含量测定 直接干燥法, 按文献[2] 方法操作。

2.1.2 灰分含量测定 按文献[2] 方法操作。

2.1.3 纤维素含量测定 硝酸- 乙醇法, 按文献[2] 方法操作。

2.1.4 木质素质量分数测定 称取 1 g(精确至 0.000 1 g) 试样, 用定量滤纸包好, 并用线扎住, 放入索氏抽提器中, 加入 100 mL 苯醇混合液(乙醇: 苯为 1∶1, V∶V), 于 85 ℃水浴上抽提 6 h, 取出滤纸包风干。用洁净毛刷将试样刷入称量纸再移入 500 mL 锥形瓶中, 将已冷至 5 ℃的 15 mL 体积分数 80% 浓硫酸移入锥形瓶中, 使其浸润试样, 在 5 ℃以下保持 2 h, 搅拌。在搅拌状态下加入 100 mL 蒸馏水, 将锥形瓶内容物全部转入 2 L 圆底烧瓶中, 并继续加水至硫酸被稀释至体积分数 3%, 用加热套加热溶液至沸, 保持 1 h。反应毕迅速流水冷却, 静置待残渣沉积瓶底, 先将上清液移入已烘干恒重的玻璃砂芯滤器真空抽滤, 再将残渣全部移入滤器, 用蒸馏水洗涤滤渣, 至滤液用 10 g/dL $BaCl_2$ 检测无白色浑浊出现为止。抽干水分, 将带有滤渣的滤器放入 105 ℃烘箱, 烘至恒重, 放入干燥器冷却 30 min 称重[5]。

将已恒重的带有滤渣的滤器转入马弗炉 500 ℃烘至滤渣无黑色炭粒并恒重。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$木质素质量分数(\%)=\frac{(G_1-G_2)\times 100}{G_0(100-W)}\times 100$$

式中: G_0为样品质量(g); G_1为 105 ℃恒重的带有残渣的砂芯滤器的质量(g); G_2为高温灼烧后并恒重的带有灰分的砂芯滤器质量(g); W 为水分质量。

2.1.5 半纤维素组成成分及其含量测定　玉米芯粉置于真空干燥箱 50 ℃烘干, 称取 50 mg(精确至 0.000 1 g) 样品, 加入 5 mL 1 mol/L H_2SO_4, 100 ℃密闭水解 6 h, $BaCO_3$中和, 过滤, 洗涤滤渣, 合并滤液并真空浓缩定容至 2 mL, 微滤后移入 2 mL 自动进样瓶中, 采用 HPLC-ELSD 法进行测定。

2.2 HPLC-ELSD 法测定还原糖

本法测定水解液中的还原糖无需衍生化, 因此减少了分析误差和分析时间, 通过选择合适的分析条件, 可以有效分离复杂体系中的还原糖, 结合内标法或外标法可以同时分析样品的组成及含量。

水解液在分析前需用活性炭脱色, 以除去非糖杂质免除干扰。脱色后溶液应透明无色, 滤纸过滤, 滤液用微孔滤膜过滤

2.2.1 HPLC-ELSD 分析条件　Prevail Carbohydrate ES 5u(250 mm × 4.6 mm) 糖柱(美国 Alltech 公司), 柱温: 25 ℃, 流动相体积比: 乙腈∶水(70∶30), 体积流量: 1.0 mL/min, 等度洗脱, 进样量: 10 μL。

ELSD 分析条件: 漂移管温度 50 ℃; 气体压力 3.0 bar。

2.2.2 标准曲线的制作　准确称取标准单糖: 木糖、阿拉伯糖、葡萄糖各 50 mg, 用双蒸水定容至 10 mL 得混和标准糖液, 每种单糖的质量浓度均为 5 mg/mL。将混和标准糖液梯度稀释得到每种单糖质量浓度均为 0.25、0.5、1.0、2.0、4.0 和 5.0 mg/mL 的溶液, 微滤后分别装入 2 mL 自动进样瓶进行检测。根据 ELSD 测得的峰面积 A 对相应的标准溶液浓度 C 进行线性回归, 制定得到不同单糖的标准曲线。

2.2.3 数据处理　实验数据处理由 AllChrom Plus Chromatography Data System 进行。

2.3 玉米芯中碱溶戊聚糖(AEP)及水溶性糖(WSP)的提取

玉米芯直接酸水解会导致木质素的酸溶部分进入水解液, 给香精生产带来不需要的副产物, 导致风味劣变, 因此需将戊聚糖提取出来再进行水解, 避免戊聚糖以外的杂质干扰。

称取 50 g(精确至 0.001 g) 玉米芯粉装入 2 L 三口烧瓶中, 按料液比 1∶10(W/V)的比例加入质量分数 10% NaOH 溶液, 装上搅拌棒和回流冷凝管, 保持恒沸 90 min 后冷却至室温, 采用倾泻法将反应液倒入垫好滤纸的布氏漏斗, 真空抽滤, 将三口瓶中的沉淀物全部移入布氏漏斗, 50 mL 蒸馏水分多次清洗三口瓶, 洗液也倒入布氏漏斗并洗涤滤渣, 合并滤液, 弃滤渣。滤液用 5 mol/L HCl 调 pH 6 左右, 离心(3 000 g, 15 min), 保留上清液待后续处理, 黄棕色沉淀物加少量水重新搅拌分散, 离心(3 000 g, 15 min), 分离上清液, 重复洗涤至沉淀变成乳白色, 得产物为 AEP, 移至托盘中风干, 备用。上清液用体积分数 95% 乙醇进行醇沉处理, 处理过程见图 2, 所得沉淀物为 WSP、低聚糖和少量还原糖[6-8]。

将 AEP 和 WSP 混合, 粉碎过 60 目筛, 得到“AEP+ WSP”样品, 备用。AEP、WSP 组分含量测定方法参见 2.1.5。

2.4 DNS 法测定戊聚糖水解度

HPLC-ELSD 法虽可准确定量还原糖的组成及含量, 但由于仪器所用耗材及流动相昂贵, 分析费用高, 故如在水解过程中只测定产品的水解度, 则 DNS 法具有快速、廉价的优点[9]。

2.4.1 DNS 试剂的配制　按文献 4 方法操作。

2.4.2 标准曲线的制作　称取标准木糖 50 mg, 定容 50 mL, 得标准糖液质量浓度 1 mg/mL。取标准糖液 0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mL 依次加入 7 支 25 mL 比色管中, 以蒸馏水补加到 2.0 mL, 依次加入 DNS 试剂 1.5 mL, 沸水浴 5 min, 流水冷却, 加蒸馏水 21.5 mL, 摇匀, 540 nm 处比色。以试剂空白溶液调零。

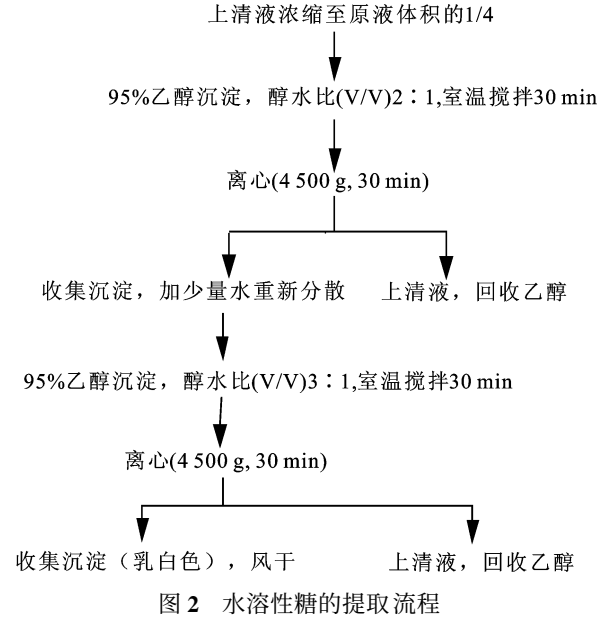


图 2　水溶性糖的提取流程

Fig. 2　Extraction flow of water-soluble sugar

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.4.3 戊聚糖水解度的测定 戊聚糖水解度以还原糖得率表示。取戊聚糖水解液适度稀释后，取2.0 mL加入比色管中，其余操作同2.5。记录540 nm处吸光度值，带入标准曲线，计算得到以木糖计的还原糖含量。

$$\text{还原糖得率}(\%)=\frac{\text{以木糖计还原糖量}(\text{mg})}{\text{水解前戊聚糖质量}(\text{mg})}\times 100$$

2.5 “AEP+WSP”酸法水解制备玉米芯还原糖液

称取1g(精确至0.000 1 g)“AEP+WSP”样品，按料液比1∶20(W∶V)加入质量分数1% HCl于锥形烧瓶中，回流冷凝条件下，加热至沸，保持微沸1 h，水解完毕流水冷却，以5 mol/L NaOH溶液调pH至5左右，定容至25 mL，HPLC-ELSD测还原糖组成及含量。所得还原糖液留待标准化处理。

2.6 玉米芯还原糖液的标准化

还原糖液经HPLC-ELSD法测得准确单糖的组分及含量，按生产目的计算应加入的纯单糖的质量，加入还原糖液溶解并搅拌均匀，备用。

2.7 玉米芯还原糖液反应型香料与纯单糖反应型香料的制备

将玉米芯还原糖溶液标准化，使得木糖、阿拉伯糖、葡萄糖摩尔浓度相等，且总还原糖浓度为1 mol/L，取10 mL，加入10 mmol半胱氨酸；加入相应质量的磷酸盐(磷酸二氢钠和磷酸氢二钠的混和物)，使得最终溶液中磷酸盐浓度为0.2 mol/L、pH值为5左右，用蒸馏水定容至25 mL。混合液装入密封管，120 ℃反应1 h。反应完毕迅速冰水浴冷却至室温以下，放入4 ℃冰箱存放待分析。

将标准木糖、阿拉伯糖、葡萄糖等摩尔混合，取与混合单糖总摩尔数相等的半胱氨酸，用0.2 mol/L pH5的磷酸盐缓冲溶液定容，得到混合糖总浓度为0.4 mol/L溶液，装入密封管，其余操作同上。

2.7.1 顶空固相微萃取(HS-SPME) 取8 mL反应液加入15 mL顶空瓶，用氯化钠饱和，放入磁力搅拌子，封盖后置于磁力搅拌器上40 ℃恒温，待瓶内溶液温度稳定后将已老化好的固相微萃取针插入顶空瓶上部，推出纤维萃取头，吸附挥发性风味物质40 min。完毕后取回萃取头，取出固相微萃取器，插入气相色谱仪进样口，250 ℃解吸4 min。

2.7.2 气相色谱-质谱联用法

1) 色谱条件 J&W的DB-5(60 m×Φ0.32 mm×0.25 μm)毛细管柱，进样口温度250 ℃，载气为氦气，体积流量为1.2 mL/min，分流比为10∶1，升温程序：40 ℃保持2 min，然后以3 ℃/min升至200 ℃，接着以5 ℃/min升至250 ℃，保持5 min。

2) 质谱条件 电离方式EI，电子能量70 eV，灯丝发射电流20 μA，离子源温度200 ℃，接口温度250 ℃。全扫描，m/z33-495。

3) 数据处理 实验数据处理由Xcalibur软件系统完成，调取各峰质谱图并进入选择NIST谱库(107 K种化合物)和Wiley谱库(320 K种化合物)检索，正反匹配度均大于800(最大值为1 000)的结果给予采用。

2.8 标准化玉米芯还原糖液在烟用反应型香料制备中的应用

称取200 g酶法制备得到的烟草浸膏，加入高压反应釜中，加入20 g经标准化后的2 mol/L玉米芯还原糖液(木糖∶阿拉伯糖∶葡萄糖摩尔比为1∶0.5∶0.1)、0.5 g半胱氨酸、3 g丙氨酸、6 g磷酸氢二铵、1.5 g脯氨酸、0.02 g 3-羟基-2-丙酮和100 g丙二醇。样品平行配制3份。高压反应釜密闭，500 r/min搅拌，3份样品分别快速升温到90、110和120 ℃，恒温恒压反应2 h。反应结束后循环水冷却降温至25 ℃。双层纱布滤去烟末，得烟用反应型香料产品1#、2#和3#。

3 结果与讨论

3.1 玉米芯组成

3.1.1 主要成分和含量 本实验所用玉米芯粉主要组成成分含量测定结果见表1，半纤维素质量分数很高，是水解生产戊糖的好材料。

表1 玉米芯主要成分含量

Tab.1 The content of main ingredients from corn cob

主要成分	质量分数(%)	RSD(%)
纤维素	35.56	2.21
半纤维素	35.72	3.12
木质素	13.42	2.8
水分	7.43	1.2
灰分	1.90	1.34

3.1.2 半纤维素的组成成分及含量 经分析测定，本实验所用玉米芯粉中半纤维素主要由木糖、阿拉伯糖、葡萄糖组成，半乳糖含量极微，木糖质量为玉米芯总质量的30.70%，阿拉伯糖为3.20%，葡萄糖为1.84%。

3.2 玉米芯戊聚糖水解条件的优化

本实验水解戊聚糖时首先优化水解条件。在优化条件时不进行水解产物成分及其含量的测定，只测定还原糖含量。由于戊聚糖中主要成分为木糖，因此还原糖量以木糖计，按木糖的标准曲线来计算还原糖。

木糖标准曲线的线性回归方程为：

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$A = 1.504\ 8 \times C,\ R^2 = 0.998,$$

式中: C 为木糖质量浓度, mg/mL; A 为吸光度值。经优化后最佳实验条件为: 质量分数 1% HCl, 料液比 1∶20(W∶V), 100℃水解 1 h。此条件下戊聚糖的水解度可达 93.21%。

3.3　玉米芯水解液的单糖组成

3.3.1　单糖标准曲线　ELSD 的检测结果表明, 单糖的峰面积与糖浓度均成对数线性关系。

木糖的标准曲线方程:

$$\lg C = 0.782\ 602\ 1 \lg A - 4.735\ 469,\quad R^2 = 0.999\ 838$$

阿拉伯糖的标准曲线方程:

$$\lg C = 0.773\ 603\ 1 \lg A - 4.444\ 409,\quad R^2 = 0.999\ 415$$

葡萄糖的标准曲线方程:

$$\lg C = 1.223\ 103\ 2 \lg A - 7.125\ 408,\quad R^2 = 0.999\ 913$$

式中: C 为单糖质量浓度(mg/mL); A 为 ELSD 检测得到的单糖峰面积

3.3.2　AEP 及 WSP 成分及质量分数　按照步骤 2.3 分析得知碱溶戊聚糖占戊聚糖的 70.9%, 而水溶性糖占戊聚糖的 29.1%。其各自成分及质量分数见表 2。

表 2　AEP、WSP 成分及含量

Tab.2　Comparison of contents and ingredients from AEP and WSP

戊聚糖	木糖质量分数/%	阿拉伯糖质量分数/%	葡萄糖质量分数/%
AEP	90.6	5.7	3.8
WSP	74.6	16.9	8.5

3.3.3　"AEP+WSP"水解还原糖液的组成　本实验条件下水解还原糖液还原糖得率为 93.21%, 水解液总糖质量浓度 37.3 g/L, 主要糖类组分为木糖、阿拉伯糖、葡萄糖, 3 者占总还原糖的质量比例分别为 85.9%, 8.96% 和 5.17%。

3.3.4　标准化玉米芯还原糖液及标准单糖混合物的反应型香料风味物质比较　从图 3 和表 3 可以发现, 标准化的玉米芯还原糖液及标准单糖混合物的 Maillard 反应产物在种类和含量方面均相差无几, 没有明显副反应发生。目前在国内外咸味香精的制备方面, 香精香料企业一般选择一种单糖或几种单糖的组合来进行反应, 这些单糖纯物质价格昂贵, 提高了企业的原料成本。利用植物废弃物为原料, 通过酸水解或酶水解得到还原糖水解液, 无需分离纯化和干燥处理, 在标准化以后就可以作为糖源直接用于反应型香料的制备, 一方面降低了企业的产品成本, 另一方面节约了资源, 保护了环境。

雀巢公司的研究人员 Eldon Cherr Hsiung Lee 和 Elaine R. Wedral[11], 于 1996 年利用 Pectinex 3X-L、Pectinex Ultra SP-L 以及 Celluclast 1.5L 水解柑桔渣细胞, 然后把水解液喷雾干燥制备得到粉状的风味前体物, 这些风味前体物中含有 D-葡萄糖、L-阿拉伯糖、D-半乳糖等成分。在这些风味前体物中加入水解植物蛋白、半胱氨酸盐酸盐、硫氨素盐酸盐、水等物质, 在 120 ℃下反应 2 h, 制备得到具有牛肉风味的反应型香料。这就证明了利用植物废弃物为原料, 采用酸水解或酶水解得到的还原糖可以作为风味前体物, 用于反应型香料的制备。

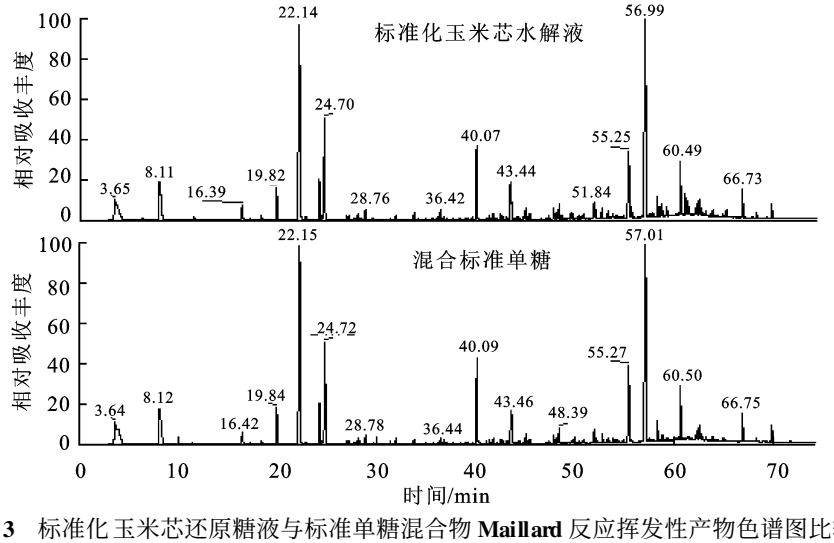


图 3　标准化玉米芯还原糖液与标准单糖混合物 Maillard 反应挥发性产物色谱图比较

Fig.3　Maillard reactant chromatogram of standardized reducing sugar comparison with standardized monosaccharide mixture

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3 标准化玉米芯还原糖液及标准单糖混合物 Maillard 反应主要挥发性产物比较

Tab. 3 Maillard reactant of standardized reducing sugar comparison with standardized monosaccharide mixture

化合物名称	标准化玉米芯还原糖液			标准单糖混合物		
	相对滞留时间/min	积分面积	相对面积	相对滞留时间/min	积分面积	相对面积
2-甲基呋喃	8.11	292 669 619	5.78	8.11	322 925 894.1	5.87
2-甲基噻吩	16.42	409 292 40	0.81	16.39	54 334 003.71	0.99
糠醛	19.84	138 354 301	2.73	19.82	130 265 994.6	2.37
2-甲基-3-呋喃硫醇	22.15	842 218 486	16.64	22.14	888 990 316.3	16.15
3-巯基-2-戊酮	24.15	116 947 066	2.31	24.14	120 973 699.8	2.2
2-糠硫醇	24.72	329 089 946	6.5	24.7	349 577 739.5	6.35
薄荷醇	40.07	203 410 853	4.01	40.09	228 052 422.4	4.14
二甲基甲酰基噻吩	43.46	95 391 168	1.89	43.44	101 647 600.3	1.85
壬酸	43.64	104 472 086	2.06	43.56	62 954 583.72	1.14
甲基二氢噻吩基噻吩	51.85	41 887 534	0.83	51.84	55 231 677.05	1
2,4-二叔丁基酚	55.27	201 837 974	3.99	55.25	178 122 802.8	3.24
二叔丁基羟基甲苯	55.39	89 938 608	1.78	55.36	104 791 425.4	1.9
双(2-甲基-3-呋喃基)二硫醚	57	825 986 789	16.32	56.99	886 809 281	16.11
双(2-糠基)二硫醚	60.5	126 226 440	2.49	60.49	133 702 129.5	2.43

3.3.5 标准化玉米芯戊聚糖水解液的应用 国外大型卷烟企业已经开发了系列的烟草反应型香料，并在卷烟中进行了大量应用，丰富和增强了卷烟的香气，尤其是在低焦油卷烟产品中的应用，减轻了由于降焦所造成的香气损失，提高了卷烟产品的质量和市场竞争力。将标准化后的玉米芯水解还原糖液作为辅助糖源添加到酶法制备的烟草浸膏中进行 Maillard 反应，制备得到了烟用反应型香料 1#、2# 和 3#，通过评吸专家感官鉴定，确定了 1#、2# 和 3# 反应产物的香气特征，样品经添加至卷烟中，由 10 位卷烟感官评价专家按照卷烟定量描述分析法(QDA)对上述样品进行对比抽吸，发现上述产品可以显著增强烟草的本香，提高卷烟烟气浓度，丰富卷烟香气。具体应用结果及感官评价结果分别见表 4 和表 5。

表 4 烟用反应型香料的香气特征和作用

Tab. 4 Aromatic characteristics and impact of reactive fragrance in tobacco

烟用反应型香料	香气特征	在卷烟中作用	添加量(mg/kg)
1#	烟草香、发酵香、轻微反应型酱香、坚果香、一点蜜甜和清甜	增加烟气浓度，提高卷烟香气成熟感	100
2#	烟草香、发酵香、轻微反应型酱香、坚果香、木香、烘烤香	增加香气丰富性和饱满度	100
3#	烟草香、发酵香、坚果香、焦香、烘烤香	提高烟气细腻感和醇和度	100

表 5 感官评吸结果

Tab. 5 Results of sense evaluation

样品	香气	谐调性	杂气	喉部劲头	喉部刺激性	喉部粗糙感	口腔余味
1#	较丰满	谐调	轻	中等	轻	轻微	轻微
2#	较丰满	谐调	轻	中等	轻	轻微	轻微
3#	较丰满	谐调	轻微	中等	轻微	轻微	轻微
空白对照样	中等	较谐调	轻	中等	中等	轻	轻

4 结 语

1) 玉米芯的主要成分为：纤维素质量分数 35.56%、半纤维素质量分数 35.72%、木质素质量分数 13.42%、水分 7.43% 和灰分质量分数 1.90%。同时测得半纤维素(戊聚糖)的组分及含量，它主要由木糖、阿拉伯糖和葡萄糖组成，半乳糖含量极微，木糖质量为玉米芯总质量的 30.70%，阿拉伯糖质量分数为 3.20%，葡萄糖质量分数为 1.84%。

2) 采用碱提法及醇沉法获得了碱溶戊聚糖和水溶性糖，并测定了二者的组成及含量。碱溶戊聚糖和水溶性糖分别占半纤维素含量的 70.9% 和 29.1%。碱溶戊聚糖由木糖 90.6%、阿拉伯糖 5.7%、葡萄糖 3.8% 构成，水溶性糖中木糖、阿拉伯糖、葡萄糖的含量分别为 74.6%、16.9% 和 8.5%。

3) 采用优化的水解条件(1% HCl，料液比 1:

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

20, 100℃水解 1h) 水解“AEP+ WSP”样品, 水解后还原糖得率为 93. 21%。

4) 将标准化的还原糖液 Maillard 反应产物同标准单糖混合物的 Maillard 反应产物进行了比较, 发现二者的挥发性产物种类和含量均相差无几, 因此戊聚糖水解液可用于反应型香精的生产。

5) 采用标准化的还原糖液制备了烟用反应型香料, 取得了较好的实验效果。

参考文献(References):

[1] 刘笑然. 我国生物燃料及原料发展前景分析[J]. 中国粮食经济, 2006, 9, 22- 24.
Liu Xiao-ran. The future analysis of bio-fuel and raw material development in China[J]. **China Grain Economy,** 2006, 9, 22- 34. (in Chinese)

[2] Blanche D.E. Gailard. 1965. Comparison of the hemicelluloses from plants belong to different plant families[J]. **Phytochemistry,** Vol.4: 631- 634.

[3] B. J. Donnelly, J.L. Helm and B. A. Lee. 1973. The carbohydrate composition of corn cob hemicelluloses[J]. **Corn Cob Hemicelluloses,** Vol. 50: 549- 552.

[4] 屈维均.《制浆造纸实验》[M]. 中国轻工业出版社: 北京, 24- 50.

[5] 杨淑蕙,《植物纤维化学》第三版[M]. 中国轻工业出版社: 北京, 81- 82.

[6] 洪枫, 陈牧等. 里氏木霉制备木聚糖糖酶的产酶历程[J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(1), 31- 36.
Hong Feng, Chen Mu. The producing process of xylanase prepared by Trichodermareesei[J]. **Journal of Nanjing Forestry University,** 1998, 22(1), 31- 36. (in chinese)

[7] 郑学玲, 姚惠源. 小麦麸皮中戊聚糖的制备、分级及组成分析[J]. 郑州工程学院学报, 2002, 23(1), 28- 32.
ZHENG Xue-ling, YAO Hui-yuan. Preparation, fractionation and composition analysis of pentosan in wheat bran[J]. **Journal of Zhengzhou Institute of Technology,** 2002, 23(1), 28- 32. (in Chinese)

[8] 庄海宁, 金征宇. 酶法合成低聚糖和新糖复合物的研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(2), 6- 13.
ZHUANG Hai-ning, JIN Zheng-yu. Research prospect of enzymatic synthesis of oligosaccharides and neoglycoconjugates [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology,** 2008, 27(2), 6- 13. (in Chinese)

[9] 管斌, 丁友肪等. 还原糖测定方法的规范[J]. 无锡轻工大学学报, 1999, 18(3), 74- 79.
GUAN Bin, DING You-fang. The modification of the DNS method for the determination of reducing sugar [J]. **Journal of Wuxi University of Light Industry,** 1999, 18(3), 74- 79. (in chinese)

[10] 苏畅, 夏文水, 姚惠源. 氨基葡萄糖和乙酰氨基葡萄糖的测定方法[J]. 食品工业科技, 2003, 24(6), 74- 75.
Su chang, Xia Wen-shui, Yao Hui-yuan. The methods for determination of glucosamine and acetylglucosamine[J]. **Science and Technology of Food Industry,** 2003, 24(6), 74- 75. (in chinese)

[11] Eldon Lee, Chen Hsiung, Elaine R Wedral. Process for preparing food flavor precursors [P]. US: 5958474, 1999-09-28.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net