

苏爱梅,吴海燕,唐明霞,等. 中温 α -淀粉酶水解糯玉米汁的工艺条件[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):306-308.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.104

中温 α -淀粉酶水解糯玉米汁的工艺条件

苏爱梅¹, 吴海燕¹, 唐明霞², 陈 慧²

(1. 南通农业职业技术学院, 江苏南通 226007; 2. 江苏沿江地区农业科学研究所, 江苏如皋 226500)

摘要:糯玉米营养丰富, 口感易于接受, 黏滞性以及消化率都较高, 加温处理后具有较好的膨胀力和透明性, 近年来其相关产品糯玉米汁饮料也逐渐受到广大消费者的喜爱。以苏玉糯 1 号玉米粒为原料, 将煮熟的玉米粒按照 1 g : 4 mL 的料液比进行混合打浆处理, 研究温度、时间、中温 α -淀粉酶的添加量对糯玉米汁水解效果的影响。通过正交试验确定玉米汁中温 α -淀粉酶水解的最佳条件为: 温度 75 ℃, 时间 60 min, 加酶量 0.080%; 通过验证试验也表明此工艺效果最佳。

关键词: 苏玉糯 1 号; 糯玉米汁; 饮料; 中温 α -淀粉酶; DE 值; 酶解工艺

中图分类号: TS275.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0306-02

糯玉米作为玉米属的一个亚种, 起源于中国, 最先在我国的西南地区被发现, 是由当地种植的硬粒玉米发生基因突变, 并经人工选择而保存下来的一种玉米新类型^[1], 其特有的基因决定了糯质玉米胚乳淀粉全部为支链淀粉, 且富有黏性^[2], 籽粒不透明、有光泽、坚硬、平滑, 煮熟后黏软, 别称黏玉米或蜡质玉米, 是一种老少皆宜的、对身体健康有益的粮食作物。20 世纪 70 年代, 我国糯玉米育种事业起步; 直到 20 世纪 90 年代, 随着市场和国民经济的不断发展, 我国相继培育出了中糯 1 号、中糯 2 号、苏玉糯 1 号、苏玉糯 2 号等一系列的糯玉米新品种^[3]; 目前, 我国糯玉米的种植面积已经达到 33 万 hm², 主要分布在长江三角洲地区, 约占 40% 以上。

糯玉米营养价值高, 除含有蛋白质、氨基酸、膳食纤维、钙、铁、磷等营养物质外, 还含有多种维生素、胡萝卜素、硒等营养物质。其中含蛋白质 10.6%、氨基酸 8.3% 左右, 赖氨酸含量比普通玉米高 16% ~ 74%^[4]。糯玉米不仅营养丰富, 而且保健功能显著, 能降低血脂和血压、预防癌症、提神健脑等。糯玉米汁作为一种新型谷物饮料, 符合饮料工业的发展趋势, 口感好、饮用方便、更容易吸收, 因此受到广大消费者青睐, 具有很好的市场前景。然而, 由于糯玉米中含有较多的淀粉, 对于制成饮料后的稳定性有不利的影 响, 在加工中一般须要水解, 即利用 α -淀粉酶将玉米中的淀粉水解降解成糊精、低聚糖、单糖、双糖等, 从而提高玉米汁的稳定性。本研究以期通过对糯玉米汁中温 α -淀粉酶水解工艺的研究, 确定最佳的酶解工艺参数。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

供试糯玉米品种为苏玉糯 1 号, 由江苏沿江地区农业科

学研究所提供。

试验试剂主要为中温 α -淀粉酶(酶活力 6 000 U/g)、氯化钙、氢氧化钠、葡萄糖等。

1.2 试验设备

PHS-29A 型酸度计, 上海第二分析仪器厂; 分析天平, 北京赛多利斯天平有限公司; 电热恒温水浴锅, 上海医疗器械厂; 阿贝折射仪, 上海光学仪器有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 酶解工艺流程 酶解工艺流程主要为: 苏玉糯 1 号玉米—剥粒、去芯—打浆(料液比 1 g : 4 mL, 反应温度 60 ℃)—糊化(90 ℃, 15 min)—加淀粉酶水解—灭酶(100 ℃, 10 min)—测定指标。

1.3.2 中温 α -淀粉酶水解工艺条件的研究 (1) 中温 α -淀粉酶添加量对玉米汁品质的影响。将料液比为 1 g : 4 mL 的苏玉糯 1 号玉米汁在 pH 值自然的条件下分为 6 组, 分别添加 0.035%、0.050%、0.065%、0.080%、0.095%、0.100% 的中温 α -淀粉酶。在 65 ℃ 的条件下恒温液化 30 min, 测定 DE 值。(2) 液化时间对玉米汁品质的影响。将料液比为 1 g : 4 mL 的苏玉糯 1 号玉米汁在 pH 自然的条件下分为 6 组, 分别添加 0.080% 的中温 α -淀粉酶, 在 70 ℃ 的条件下分别恒温 20、30、40、50、60、70 min, 测定 DE 值。(3) 液化温度对玉米汁品质的影响。将料液比为 1 g : 4 mL 的苏玉糯 1 号玉米汁在 pH 值自然的条件下分为 6 组, 分别添加 0.080% 的中温 α -淀粉酶, 分别在 35、45、55、65、75、85 ℃ 的条件下水浴 30 min, 测定 DE 值。(4) 玉米汁中温 α -淀粉酶最佳工艺参数的确定。根据单因素试验结果, 选择温度、时间、加酶量进行 3 因素 3 水平正交试验, 确定最佳工艺参数。

1.3.3 测定方法 DE 值指还原糖(以葡萄糖计)占糖浆干物质的百分比。分别测定糯玉米汁液化前后的还原糖含量、可溶性固形物含量, 然后计算出 DE 值, 以此作为淀粉酶解程度的指标^[5-6]。相关计算公式为:

$$DE = (A_1 - A_0) / [(B_1 - B_0) \times P]$$

式中: A_1 为水解后 100 mL 汁液中的还原糖含量, g; A_0 为水解前 100 mL 汁液中的还原糖含量, g; B_1 为水解后汁液的可溶

收稿日期: 2014-07-14

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(11)2068]。

作者简介: 苏爱梅(1971—), 女, 江苏南通人, 硕士, 副教授, 主要从事食品加工和质量检测的教学和研究。E-mail: 380701895@qq.com。

性固形物含量, ^0Bx ; B_0 为水解前汁液的可溶性固形物含量, ^0Bx ; P 为糯玉米汁的密度, g/mL 。

2 结果与分析

2.1 中温 α -淀粉酶添加量对玉米汁品质的影响

图 1 表示在糯玉米汁中分别添加不同量的中温 α -淀粉酶, 在 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 的条件下恒温液化 60 min , DE 值的变化情况。可以看出, 糯玉米汁的 DE 值呈一直上升的趋势, 在加酶量为 0.080% 之前迅速上升, 大于 0.080% 之后趋于平缓。因此, 本试验的中温 α -淀粉酶的添加量选择 0.080% 。

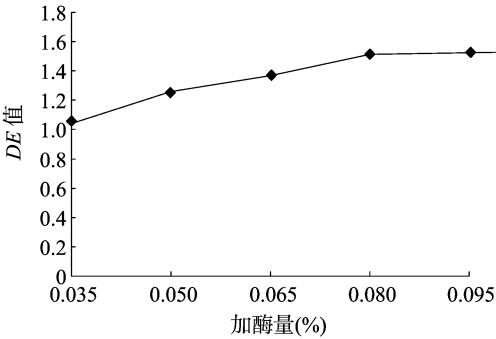


图1 中温 α -淀粉酶添加量对 DE 值的影响

2.2 液化时间对玉米汁品质的影响

图 2 表示在糯玉米汁中添加 0.080% 的中温 α -淀粉酶, 在 $65\text{ }^\circ\text{C}$ 的条件下, 随着恒温液化时间的变化, DE 值的变化情况。可以看出, 液化反应的时间越长, DE 值越大, 小于 60 min 时 DE 值增长较为迅速, 大于 60 min 之后 DE 值趋于平缓。因此, 本试验中的时间选择 60 min 。

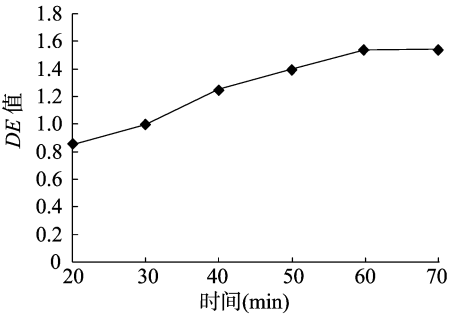


图2 液化时间对 DE 值的影响

2.3 液化温度对玉米汁品质的影响

图 3 表示在糯玉米汁中添加 0.080% 的中温 α -淀粉酶, 在不同的条件下恒温液化 60 min , DE 值的变化情况。可以看出, 液化温度在低于 $75\text{ }^\circ\text{C}$ 时 DE 值快速增加, 高于 $75\text{ }^\circ\text{C}$ 时 DE 值反而下降。因此, 本试验中温度选择 $75\text{ }^\circ\text{C}$ 。

2.4 苏玉糯 1 号玉米汁液化最佳工艺参数的确定

在单因素试验的基础上, 选择液化温度、液化时间、加酶量 3 个因素, 进行 $L_9(3^3)$ 正交试验, 设计因素水平 (表 1); 进一步进行正交试验, 以确定最佳提取工艺条件, 结果见表 2。

由极差 R 值的大小可知, 对苏玉糯 1 号玉米汁淀粉酶水解效果的影响因素从大到小为加酶量 $>$ 液化温度 $>$ 液化时间; 由均值 k 可知, 最优组合为 $A_2B_2C_2$, 即液化温度 $75\text{ }^\circ\text{C}$, 液化时间 60 min , 加酶量 0.080% 。

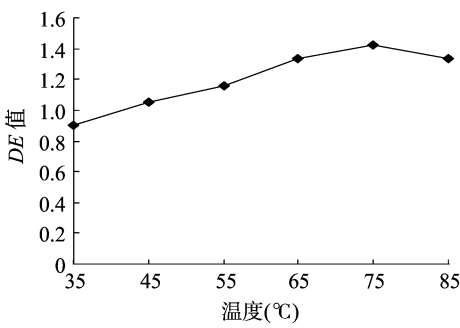


图3 液化温度对 DE 值的影响

表 1 淀粉酶水解工艺因素水平

水平	因素		
	A: 液化温度 ($^\circ\text{C}$)	B: 加酶量 (%)	C: 液化时间 (min)
1	65	0.065	50
2	75	0.080	60
3	85	0.095	70

表 2 淀粉酶水解正交试验结果

编号	A: 液化温度	B: 加酶量	C: 液化时间	DE 值
1	1	1	1	1.324 5
2	1	2	2	1.526 8
3	1	3	3	1.425 8
4	2	1	2	1.386 4
5	2	2	3	1.543 2
6	2	3	1	1.485 2
7	3	1	3	1.302 6
8	3	2	1	1.503 2
9	3	3	2	1.432 8
k_1	1.426	1.338	1.438	
k_2	1.472	1.524	1.449	
k_3	1.413	1.448	1.424	
R	0.059	0.186	0.025	

2.5 验证试验

由于最佳酶解工艺组合 $A_2B_2C_2$ 在正交试验表中没有, 须要对其进行试验验证。取料液比为 $1\text{ g}:4\text{ mL}$ 的苏玉糯 1 号玉米汁 3 份, 每份 500 mL , 按照上述最佳工艺条件进行酶解。结果表明, 平均 DE 值为 $1.545 1$ (表 3), 高于正交设计表中的组合, $RSD=0.59\%$, 由此可知优化出的最佳酶解工艺是稳定可靠的。

表 3 验证试验结果

重复	DE 值	相对标准差 (%)
1	1.537 5	0.59
2	1.543 8	0.59
3	1.554 0	0.59

3 结论

糯玉米汁饮料作为营养保健、方便快捷的保健型饮料, 口感香甜、成本低廉、工艺操作简单。然而当今市场上糯玉米汁饮料还比较少, 因此其市场前景广阔, 值得食品企业开发利用。

胡女丹,覃引,周剑丽. 橘皮油气-液相平衡及连续精馏分离提纯柠檬烯的模拟研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):308-310.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.105

橘皮油气-液相平衡及连续精馏分离 提纯柠檬烯的模拟研究

胡女丹,覃引,周剑丽

(贵州理工学院制药工程学院,贵州贵阳 550003)

摘要:应用 Aspen Plus 软件分析柠檬烯和橘皮油其他主要成分的二元系统在 0.5 kPa 下相平衡关系,比较不同品种柑橘皮精油存在的其他主要成分与柠檬烯的分离难易程度;并以常见桉柑皮精油为研究对象,建立精馏分离模型,对橘皮油进行工艺模拟及优化计算。首先采用 DSTWU 简捷法模型进行估算,再用 RadFrac 模型进行严格计算,并进行灵敏度分析,讨论理论塔板数、回流比、塔顶馏出量与进料比对精馏的影响,在优化条件下,可以得到质量分数为 97% 的柠檬烯,柠檬烯的回收率为 91%。

关键词:橘皮精油;柠檬烯;气液相平衡;减压精馏;工艺模拟

中图分类号: TQ028.4;TS201.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0308-03

柑橘属于芸香科植物,作为柑橘主要功能性成分的柑橘精油含有 60%~95% 的柠檬烯,柠檬烯具有多种生理、生物活性,在食品、农药、医药、工业等众多领域中有广泛的应用。分离后的精油稳定性提高,可作为天然的食品添加剂、赋香剂。我国拥有丰富的柑橘资源,但其果皮只有极少量作为中药材被利用,大部分作为垃圾被丢弃,研究从柑橘油中提取柠檬烯有着重要的意义。超声波辅助提取法、分子蒸馏、超临界 CO₂ 萃取还未在工业化生产中大规模应用;传统的水蒸气蒸馏法、有机溶剂浸提法,提取时间长、提取率较低。徐宁等通过比较减压精馏、水蒸气精馏提纯柠檬烯得出,前者的分离效果较好。减压蒸馏法能避免柠檬烯在高温情况下发生氧化、聚合、异构化等化学反应,保证产物品质、纯度^[1]。本研究应用化工流程模拟软件 Aspen Plus 分析柠檬烯与橘皮油其他主要成分的二元系统在 0.5 kPa 下相平衡关系,然后建立精馏分离模型,对橘皮油进行工艺模拟及优化计算。

1 气-液相平衡模拟研究

收稿日期:2014-12-16

基金项目:贵州理工学院科学基金(编号:XJZK20130804)。

作者简介:胡女丹(1982—),女,湖南邵阳人,硕士研究生,讲师,主要从事化工分离过程模拟和优化研究。E-mail:hunvdan@126.com。

通过单因素试验和正交试验表明,对苏玉糯 1 号玉米汁液化效果的影响因素从大到小为加酶量>温度>时间;苏玉糯 1 号玉米汁中温 α -淀粉酶水解的最佳条件为:液化温度 75℃,液化时间 60 min,加酶量 0.080%。正交试验及验证试验结果都表明,该酶解工艺效果最佳。

参考文献:

[1]陈树宾,李鲁华,王婷,等. 糯玉米的开发利用及其高产栽培技术[J]. 新疆农垦科技,2002(4):7-8.

1.1 研究对象

柑橘精油成分繁多,郭润霞等采用 GC-MS 技术从温州蜜柑皮精油中检出 90 种香气成分^[2]。不同品种柑橘的精油成分不尽相同^[3-7],主要为烯烃类、醇类。烯烃类有 d -柠檬烯(d -limonene)、侧柏烯(2-thujene,3-thujene)、 α -蒎烯(α -pinene)、 β -蒎烯(β -pinene)、3-萜烯(3-carene)、罗勒烯(ocimene)、异松油烯(α -terpinolene)、 β -月桂烯(β -myrcene)、 γ -松油烯(γ -terpinene)、对伞花烃(cymene);醇类有芳樟醇(linalool)、 α -萜品醇(α -terpineol)、辛醇(octanol)、香茅醇(citronellol);还有极少数的醛类、酯类如葵醛(decanal)、橙花醇乙酸酯(neryl acetate)。气-液相平衡数据对于减压精馏提纯柠檬烯具有重要指导意义,但柑橘精油成分复杂,目前通过试验获得柠檬烯体系的气-液相平衡数据还不充分,即使从众多的纸质文献或电子文献中找到相平衡数据,还须用相应的方程回归参数才能用于相平衡的相关设计中。化工流程模拟软件 Aspen Plus 中包含了大量的相平衡方程参数,为此笔者采用改进的基团贡献法(UNIFAC-DMD),用 Aspen Plus 软件计算常见品种橘皮油已被分析确认的主要成分与柠檬烯的二元系统在 0.5 kPa 下的相平衡数据,并绘制相图。

1.2 结果与分析

1.2.1 对伞花烃-柠檬烯的气-液相平衡 选取对伞花烃

[2]武宝云,王素芬. 发展优质高产糯玉米几大环节技术[J]. 现代农业,2011(4):42-43.

[3]余花娣,苏胜宇,张冬梅. 我国糯玉米产业现状与发展战略[J]. 科技风,2012(11):252,256.

[4]王静波,梁建娥,翟冷楚,等. 糯玉米高产栽培技术及发展前景[J]. 中国农业信息,2013(8):18-19,21.

[5]夏辉. 甜玉米发酵酸乳加工工艺研究[D]. 西安:陕西师范大学,2007.

[6]姜锡瑞,段钢. 新编酶制剂实用技术手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002.