



水油混合式油炸方式对泰州龙香芋丸品质的影响

施 帅, 李志方, 陈桃桃
(江苏农牧科技职业学院, 江苏 泰州 225300)

摘要: 研究龙香芋头添加量在普通油炸和水油混合油炸2种方式下对龙香芋丸品质的影响, 并分析了色差、质构、比容、含油率、DSC热力学特性。龙香芋头的添加不利于芋丸的膨胀; 随着芋头量的增加, 芋丸的含油量并没有显著的变化; a^* 整体上略有增大, L^* 先增大后逐渐减少, b^* 先增大, 在60%时达到最大值, 然后下降; 芋丸的硬度、胶黏性和咀嚼性显著增加, 弹性、回复性略有减少, 糊化起始温度(T_0)、融化峰值温度(T_p)和糊化终点温度(T_c)都逐渐升高。同添加量下, 普通油炸与水油混合油炸比容差异不显著; 含油率、色差值、起始温度(T_0)、终止温度(T_c)、峰值温度(T_p)及糊化焓(ΔH)在水油混合式油炸中显著小于普通油炸中; 芋丸硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性和回复性均没有显著差异($P>0.05$)。综合油炸方式、色差、质构、比容、含油率、DSC热力学特性分析等品质指标得出, 芋头添加量为60%, 水油混合油炸时, 芋丸品质最好。

关键词: 龙香芋丸; 油水混合式油炸; 品质; 热力学特性

中图分类号: TS 215 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2020)05-0168-06

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2020.05.032

Effect of Oil-Water Mixed Frying Method on the Quality Characteristics of Taizhou Dragon Taro Balls

SHI Shuai, LI Zhifang, CHEN Taotao

(Jiangsu Agri-Animal Husbandry Vocational College, Taizhou 225300, China)

Abstract: In this paper, the effect of the amount of dragon taro on the quality of dragon taro balls with

收稿日期: 2020-01-19

基金项目: 泰州市农业科技支撑项目(TN2013001); 2019年江苏牧院大学生创新创业项目(201912806003Y)。

作者简介: 施帅(1980—), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为食品加工与质量控制。



of Brassicaceae, differently affect metabolizing enzymes in rats[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007,55:5505-5511.

[18] 王青虎,那音台,乌恩奇.蒙药芥菜的化学成分研究[J].天然产物研究与开发,2014,(01):50-52.

[19] JUHUI C, YUAN H, BRAD K, et al. Evaluations of physicochemical and anti-oxidant properties of powdered leaves from lotus, shepherd's purse and goldenrod in restructured duck/pork patties[J]. J Food Sci Technol,2017,54(8):2494-2502.



the common frying and oil-water mixed frying method were studied, changes of color, texture, specific volume, oil content and DSC thermodynamic characteristics were analyzed. The amount of dragon taro had little effect on oil content and the expansion of taro balls, a^* values increased slightly, L^* values first increased and gradually decreased, and b^* values increased gradually, when the amount of taro reached to 60%, b^* values were the highest, the hardness, adhesive viscosity and chewability of taro balls increased significantly, elasticity and recovery slightly decreased, the initial temperature of gelatinization (T_0), the peak temperature of gelatinization (T_p) and the end temperature of gelatinization (T_c) increased gradually with amount of taro. Under the same adding amount, there was no significant difference in the specific volume of common frying and oil-water mixed frying method, oil-water, changes of color, the initial temperature of gelatinization (T_0), the peak temperature of gelatinization (T_p) and the end temperature of gelatinization (T_c) and gelatinization enthalpy (ΔH) in oil-water mixed frying were significantly lower than those in common frying. There was no significant difference in the hardness, elasticity, viscosity, chewing and of taro balls ($P>0.05$). The comprehensive analysis frying method, changes of color, texture, specific volume, oil content and DSC thermodynamic characteristics were assessed and the result was the amount of taro reached to 60% and oil-water mixed frying method had the best quality for dragon taro balls.

Key words: dragon taro; oil-water mixed frying; quality; thermodynamic characteristics

龙香芋生长在被誉为“千岛之乡”的江苏兴化地区,属天南星科魁芋类宿根草本植物,喜高温潮湿的环境,而当地特有的以沼泽土堆积的垛田为龙香芋生长提供最好的生长环境,是特色无公害农产品。2016年,龙香芋获得第17届中国绿色食品博览会金奖。龙香芋粉而香,子芋少、肉质黏、口感细腻,并且其营养价值较高,块茎中的淀粉含量达到70%(干态),还含有蛋白质、磷、钾、 V_{B1} 、 V_{B2} 、皂角甙等多种成分。中医认为,龙香芋具有益胃、通便散结、补中益肝肾等功效。

随着经济的发展和人民生活水平的提高,人们对休闲食品的需求急剧增加。在西方国家,低油马铃薯食品和以水果蔬菜为原料的休闲食品受到青睐,天然健康休闲食品市场持续扩大。近年来国内外新兴的水油混合油炸工艺既显著降低油炸用油的劣变速度,又保证油炸食品的品质,有着普通油炸不可比拟的优点。水油混合油炸是在油炸机中加入油和水,相对密度小的油占据装置的上半部,相对密度大的水则占据装置的下半部,电热管水平布置在油炸机上油层,油炸时食品处于油淹过电热管60 cm左右的油层中,油水界面处设置水平冷却器以及强制循环风机对下层进行冷却,使油温控制在55℃以下;具有限位控制、分区控温、自动过滤等特性,满足炸制食品的工艺温度要求,使残渣自动落入下层的水中,没有碳化物附着在食物上,可以得到品质最佳的

油炸食品^[1],从而保障油炸食品的健康与安全,水油混合油炸有着极其广阔的市场前景^[2]。龙香芋由过去粗放型经营模式向深加工发展的方式,已经成为当地的重要课题之一。芋丸是一种中式点心之一,目前很少见到关于龙香芋丸(以下简称芋丸)方面的研究报道,其添加量对芋丸品质的影响还缺乏研究。因此,文章研究在普通油炸和油水混合式油炸2种方式下,龙香芋头添加量对芋丸色差、质构、比容、含油率、DSC热力学特性和油炸得率等的影响。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜龙香芋:市售;奉化芋头、荔浦芋头:电商平台;新良小麦淀粉、鲁花牌花生油、展艺糖粉、双塔马铃薯淀粉:市售。

JY60电子天平:上海精密科学仪器有限公司;FTC-TMS-PRO质构仪:北京盈胜恒泰科技有限公司;LN-300型自动控温油水分离电炸锅:瑞安市雷鸟机械厂;CR-400色差计:日本美能达公司;差示扫描量热仪(DSC):美国TA仪器公司。

1.2 实验方法

1.2.1 芋丸基础配方 以小麦淀粉100%为基准,猪油10%、糖粉6%、水10%和泰州龙香芋头适量。

1.2.2 实验设计 在芋丸基础配方的基础上,考察不同泰州龙香芋头添加量为50%、55%、60%、

65%、70%时,分别采用水油混合油炸实验和普通油炸实验(油温180℃,油炸180s)对芋丸油炸熟制,自然冷却至室温后用于色差、质构、比容、含油率和DSC热力学特性等品质指标的测定。

1.2.3 芋丸工艺流程

小麦淀粉、花生油、糖粉准备

↓

选料去皮→切块蒸熟→捣成芋泥→揉成芋团→分成小块→搓成丸状→油炸

芋丸操作要点:新鲜芋头洗净、去皮、切块,按照1.2.2实验设计的方案称取不同量芋头放入锅中蒸熟(竹签能插入芋头中即蒸熟)。取出蒸熟的芋头块趁热捣成芋泥,放凉备用。小麦淀粉放入容器中,倒入开水烫熟,加入捣碎的芋泥拌匀,放入猪油、糖粉揉成芋团。芋团分成小块,每块约70g,搓成椭圆形的丸状,厚度10cm左右,把油加热至180℃,分别采用普通油炸和水油混合式油炸方式,放入芋丸180s后捞出进行指标测定。

1.2.4 各种指标的测定方法

1.2.4.1 芋头基础指标测定

表1 芋头主要营养成分测定方法

分析项目	方法
水分含量	GB 5009.3—2016(直接干燥法) ^[3]
淀粉含量	GB 5009.9—2016(酸水解法) ^[4]
粗蛋白质含量	GB 5009.5—2016(凯氏定氮法) ^[5]
灰分含量	GB 5009.4—2016(高温灼烧法) ^[6]
粗纤维含量	GB/T 5009.88—2014(酶质量法) ^[7]

1.2.4.2 色差的测定 参考康壮丽等^[8]的方法,使用CR-400色差计对芋丸的外部色泽进行测定。测定部位为芋丸的正面,每组样品测定5次。其中L*表示亮度,a*表示红度,b*表示黄度。测定前使用标准白色比色板进行调整,标准白色比色板为L*为97.22,a*为-0.14,b*为1.82。

1.2.4.3 质构特性测定 参照张媛^[9]的实验方法并稍作修改,选取粗细均匀的芋丸,取其中间部位切成4cm长的小段测试,样品多次测定后去掉差异显著值后取平均值,将质构特性测定中硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性和回复性作为质构指标。具体参数:探头P/100,感应力20g,测前速度5.00mm/s,测试速度5.00mm/s,测后速度5.00mm/s,下压变形50%,2次下压间隔时间2s。

1.2.4.4 比容测定 采用菜籽置换法^[10],将成品芋丸放入量筒中,向量筒中倒入菜籽,盖没芋丸后,轻轻摇实,读取芋丸和菜籽的总体积V₁,再将芋丸取出,记录取出芋丸后的体积记作V₂,称量芋丸的质量记为m。

$$\text{芋丸比容}(\text{cm}^3/\text{g})=(V_1-V_2)/m$$

每个样品平行测量5次,取其平均值。

1.2.4.5 含油率测定 采用索氏抽提法测定^[11]。

1.2.4.6 DSC热力学特性分析 为观察芋丸的回生度,将样品放置在最适宜老化的温度0~4℃环境中贮藏30d,精确称量芋丸样品3g按1:1的比例加入双蒸水,直接放入标准池中,以空瓶作为参照,用DSC测定。在30~110℃测量范围,升温速率为0.1℃/min。用自带的热分析数据软件计算以下数据:起始糊化温度(T₀)、峰值温度(T_p)、糊化终止温度(T_c),重复3次^[12]。

1.2.5 统计方法 本实验所有处理重复3次,使用单因素方差分析(ANOVA)的方法对数据进行分析,当P<0.05时认为组间存在显著差异。

2 结果与分析

2.1 芋头基本成分指标

表2 泰州龙香芋头与其他几个品种芋头的基本营养成分比较

品种	比较					%
	水分	蛋白质	淀粉	灰分	粗纤维	
泰州龙香芋头	78.61	2.49	16.32	0.93	1.37	
奉化芋头	83.64	2.58	11.91	1.30	0.73	
荔浦芋头	80.32	5.83	9.56	1.73	0.76	

如表2所示,泰州龙香芋头的淀粉含量达16.32%,是除去水分以外的主要物质,高于奉化芋头和荔浦芋头,而蛋白质含量稍低于奉化芋头和荔浦芋头,泰州龙香芋头中的粗纤维含量高达1.37%。粗纤维具有延缓碳水化合物消化吸收、促进肠道蠕动、降低胆固醇的作用,有利于预防便秘、肥胖和心血管疾病等而备受营养学界的关注^[13],根据泰州龙香芋(以下简称“芋头”)的淀粉和粗纤维含量,确定其适宜制作芋丸。

2.2 芋头添加量对芋丸比容及含油率的影响

比容是成品体积与其质量的比值,表示单位质量熟面所形成的体积,能反映出成品的膨胀程度。由图1可以得出,随着芋头添加量的增加,普通油炸方式中,芋丸的比容相比于初始量分别

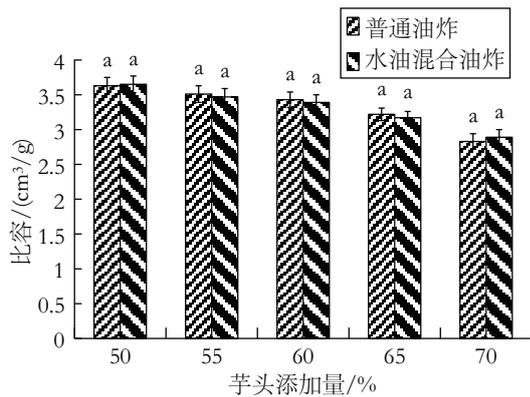


图1 芋头添加量对芋丸比容的影响

下降3.31%、5.51%、11.02%及22.04%；水油混合油炸方式中，芋丸的比容相比于初始量分别下降4.38%、4.93%、13.02%及20.82%；说明芋头的添加不利于芋丸的膨胀，同添加量下，普通油炸与水油混合油炸差异不显著。

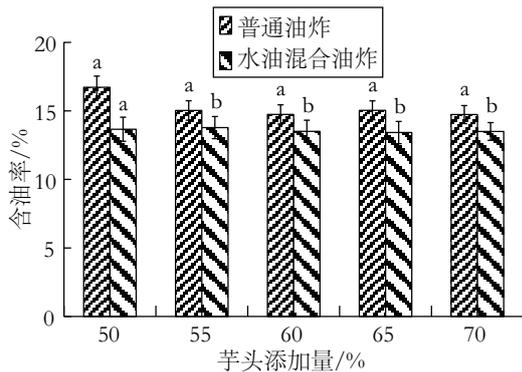


图2 芋头添加量对芋丸含油量的影响

由图2可以得出，随着芋头添加量的增加对芋丸的含油量并没有显著的变化，可能是油炸开始后，由于水蒸气在食品表面形成了气泡阻碍了热油进入油炸物的内部，同时，高温使芋头的微观网络结构出现裂痕^[14]，两者的综合作用是导致芋丸含油量没有显著变化的原因。比较2种油炸方式对芋丸含油量的影响，发现2种油炸方式的芋丸含油量有显著差异($P < 0.05$)，因为油炸过程中油脂吸收的一个主要机制是“水油置换”，即当食物放入热油中时，热油使食物中的水分汽化逸出，留下的空白位置被热油置换。水油混合式油炸具有限位控制、分区控温的特性，影响了食物中水的汽化进而影响毛细管通道的形成，降低表面孔隙度，从而降低油脂的吸收率^[15]。

2.3 芋头添加量对芋丸色差的影响

颜色是食品品质的一个重要指标，影响产品

表3 芋头添加量对芋丸色泽的影响

添加量/%	油炸方式	色差值		
		L*	a*	b*
50	普通油炸	53.23±0.41 ^a	7.64±0.21 ^a	22.62±0.86 ^a
	水油混合油炸	57.27±0.85 ^c	9.14±0.34 ^a	25.31±0.22 ^b
55	普通油炸	52.75±0.53 ^b	8.70±0.30 ^a	23.73±1.43 ^a
	水油混合油炸	55.81±0.23 ^d	10.76±0.35 ^b	26.69±0.17 ^b
60	普通油炸	50.87±0.64 ^f	9.11±0.19 ^a	27.73±1.50 ^b
	水油混合油炸	54.87±0.39 ^d	11.25±0.35 ^e	29.72±1.50 ^e
65	普通油炸	48.35±0.27 ^e	9.17±0.23 ^a	24.87±2.01 ^c
	水油混合油炸	51.35±0.22 ^f	11.21±0.24 ^e	29.74±0.58 ^e
70	普通油炸	47.91±0.79 ^e	9.21±0.29 ^a	24.52±2.63 ^c
	水油混合油炸	50.91±0.39 ^f	11.16±0.25 ^e	29.69±0.39 ^e

的可接受度。芋丸呈现现金黄色是消费者喜爱的颜色。结果表明，a*值随着芋头量的增加整体上略有增大，L*值随着芋头量的增大而逐渐减小，说明芋泥的添加，使芋丸颜色向金黄色发展。而b*值随着芋头量的增加先增大，在60%时达到最大值，然后下降，并且水油混合油炸的芋丸色差值的变化程度明显低于普通油炸；可能是芋头含部分黏质，如黏多糖，具有良好的凝胶特性，因此在油炸时可降低油炸温度^[16]。

2.4 芋头添加量对芋丸质构的影响

从表4可知，随着芋头添加量的增加，在普通油炸和水油混合油炸2种油炸方式中，添加芋头都显著增大了芋丸的硬度、胶黏性，降低了芋丸的弹性、回复性等质构特性，可能是芋头中的纤维素含量比小麦淀粉高，且吸水性差、膨润性弱，与面团中其他成分结合力小，且阻碍了小麦淀粉形成微观网络结构，影响了弹性、延展性，造成内部结构变小，使得硬度、胶黏性和咀嚼性增加，弹性、回复性减少^[17]；比较普通油炸和水油混合油炸2种油炸方式的芋丸硬度、弹性、胶黏性、咀嚼性和回复性均没有显著差异($P > 0.05$)。然而，当芋头添加量高于60%时，芋丸的弹性、回复性无显著性减少。

2.5 芋头添加量对芋丸热力学特性的影响

差示热量扫描仪(DSC)常用于检测淀粉糊化的起始温度(T_0)、终止温度(T_c)、峰值温度(T_p)及糊化焓(ΔH)。从表5可以得知，随着芋头添加量的增加，糊化起始温度 T_0 、融化峰值温度 T_p 和糊化终点温度 T_c 都逐渐升高，融化支链淀粉重结晶所需的热焓 ΔH 随着芋头添加量的增加显著增大；水

表4 芋头添加量对芋丸质构的影响

添加量/%	油炸方式	硬度/g	弹性	胶黏性	咀嚼性	回复性/g
50	普通油炸	2076.18±211.56 ^a	0.97±0.03 ^a	1176.04±181.22 ^a	1056.16±121.27 ^a	0.26±0.01 ^a
	水油混合油炸	2061.13±270.54 ^a	0.94±0.02 ^a	1266.44±141.52 ^a	1026.34±119.71 ^a	0.28±0.01 ^a
55	普通油炸	2146.17±226.78 ^{ab}	0.96±0.02 ^a	1374.75±145.89 ^{ab}	1267.44±145.14 ^b	0.24±0.01 ^a
	水油混合油炸	2135.32±209.72 ^{ab}	0.92±0.01 ^a	1354.05±135.83 ^{ab}	1238.18±145.14 ^b	0.25±0.02 ^a
60	普通油炸	2383.11±263.49 ^b	0.93±0.02 ^b	1452.13±138.06 ^b	1379.35±105.78 ^{bc}	0.21±0.02 ^b
	水油混合油炸	2354.63±213.14 ^b	0.91±0.02 ^b	1482.37±133.45 ^b	1349.32±112.21 ^{bc}	0.20±0.01 ^b
65	普通油炸	2785.98±123.76 ^c	0.92±0.01 ^b	2267.68±83.18 ^c	1654.68±148.92 ^c	0.16±0.02 ^b
	水油混合油炸	2981.21±121.76 ^c	0.90±0.01 ^b	2134.23±56.42 ^c	1548.63±118.92 ^c	0.15±0.01 ^b
70	普通油炸	4262.47±183.32 ^d	0.91±0.01 ^b	2589.19±151.27 ^d	2207.19±138.91 ^d	0.16±0.01 ^b
	水油混合油炸	4112.21±143.74 ^d	0.88±0.01 ^b	2665.26±121.81 ^d	2107.11±138.37 ^d	0.13±0.02 ^b

表5 芋头添加量对芋丸淀粉热力学性质的影响

添加量/%	油炸方式	芋丸DSC特征值			
		T ₀ /°C	T _p /°C	T _c /°C	ΔH(J/g)
50	普通油炸	48.97±0.43 ^a	56.04±0.25 ^a	61.16±0.27 ^a	2.26±0.11 ^a
	水油混合油炸	46.34±0.52 ^a	53.36±0.245 ^a	59.35±0.43 ^a	2.03±0.17 ^a
55	普通油炸	53.96±0.22 ^a	59.75±0.89 ^{ab}	62.44±0.14 ^b	3.24±0.12 ^a
	水油混合油炸	51.67±0.29 ^a	56.53±0.34 ^{ab}	61.47±0.29 ^b	2.67±0.12 ^a
60	普通油炸	56.93±0.51 ^b	62.13±0.96 ^b	63.35±0.78 ^{bc}	4.21±0.14 ^b
	水油混合油炸	54.36±0.28 ^b	60.39±0.96 ^b	62.58±0.34 ^{bc}	3.27±0.11 ^a
65	普通油炸	57.92±0.58 ^b	63.68±0.38 ^c	65.68±0.92 ^c	4.36±0.20 ^b
	水油混合油炸	56.18±0.37 ^b	62.35±0.82 ^c	64.63±0.53 ^c	4.22±0.14 ^a
70	普通油炸	59.91±0.61 ^b	69.19±0.27 ^d	67.19±0.91 ^d	4.41±0.01 ^b
	水油混合油炸	58.36±0.36 ^b	67.52±0.65 ^d	66.33±0.42 ^d	4.36±0.11 ^a

油混合油炸比普通油炸的起始温度(T₀)、终止温度(T_c)、峰值温度(T_p)及糊化焓(ΔH)低,可能与水油混合油炸中油不发烟有关^[18],但当芋头添加量超过60%时,增加不显著,可能与芋头中支链淀粉含量高、不易老化有关^[19]。

3 结论

比容率和含油量随着芋头量的增加没有显著的变化; a*值整体上略有增大, L*值、b*值先增大后逐渐减小, b*值在芋头添加量为60%最大。质构结果表明,随着芋头量的增加,芋丸的硬度、胶黏性和咀嚼性显著增加,弹性、回复性略有减少;热力学特性指标糊化起始温度T₀、融化峰值温度T_p和糊化终点温度T_c都逐渐升高;同添加量下,普通油炸与水油混合油炸比容差异不显著,含油率、色差值、起始温度(T₀)、终止温度(T_c)、峰值温度(T_p)及糊化焓(ΔH)在水油混合式油炸中显著小于普通油炸中,芋丸硬度、弹性、胶黏

性、咀嚼性和回复性均没有显著差异(P>0.05)。综上所述,芋头添加量为60%,水油混合油炸时,芋丸品质最好。

参考文献:

- [1] 张炳文,郝征红.水油混合深层油炸食品工程技术[J].适用技术市场,2000,(6):32-33.
- [2] 刘洪义,杨旭,吴泽全,等.食品油炸技术及其关键设备的研究[J].农机化研究,2011,33(6):95-98.
- [3] 食品中水分的测定:GB 5009.3—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [4] 食品中淀粉的测定:GB 5009.9—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [5] 食品中粗蛋白质的测定:GB 5009.5—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [6] 食品中灰分的测定:GB 5009.4—2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
- [7] 食品中粗纤维的测定:GB/T 5009.88—2014[S].北京:中国标准出版社,2015.
- [8] 康壮丽,朱东阳,祝超智,等.玉米淀粉对油炸鸡肉块保水性和感官品质的影响[J].食品与发酵工业,2017,43

- (6):198-202.
- [9] 张媛.小麦蛋白和淀粉加工性质变化及其对油条品质的影响[D].合肥:合肥工业大学,2016.
- [10] Sanaa Ragaee, El-Sayed M, Abdel-Aal. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products[J]. Food Chemistry,2006,95:9-18.
- [11] 食品中脂肪含量的测定:GB/T 9695.1—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [12] 陈龙.油炸过程中淀粉结构变化与吸油特性研究[D].无锡:江南大学,2019.
- [13] 吴薇,王安,焦庆清,等.泰州特色芋品种的品质分析与比较[J].浙江农业科学,2017,58(6):1012-1015.
- [14] 刘卫光.添加玉米粉对油条品质的影响及其作用机制的研究[D].合肥:合肥工业大学,2018.
- [15] 何叶.涂膜对油饼煎炸品质及其贮藏性能的影响研究[D].广州:华南理工大学,2019.
- [16] 张令文,杨铭铎,计红芳,等.淀粉对油炸挂糊猪肉片品质的影响[J].食品工业科技,2013,34(8):114-117.
- [17] 刘卫光.添加玉米粉对油条品质的影响及其作用机制的研究[D].合肥:合肥工业大学,2018.
- [18] 马瑞雪.水油混合油炸工艺对调理鸡肉制品和油炸用油品质的影响[D].南京:南京农业大学,2016.
- [19] 施帅,李志方,瞿桂香,等.泰州芋头营养成分及其淀粉性质的研究[J].食品工业科技,2016,37(5):82-90.

定氮催化剂产品介绍

定氮催化剂产品是北京市粮食科学研究院20世纪90年代研发的产品。在乳品、饲料、食品、面粉、啤酒等行业应用非常广泛。有几百家的大型企业、科研院所、大专院校在使用本产品。

定氮催化剂(片),是凯氏定氮法中,用于催化试样消化反应的催化剂,这种复合化学催化剂具有优异的催化效能,可加快试样的消化过程。本产品为片状物品。其特点如下:

- 1、**高效:** 在420℃条件下,使用本催化剂,可使消化时间缩短到45分钟。
- 2、**明显:** 消化结束的标志明显,即无色透明。
- 3、**精准:** 消化液含氮量测定步骤中没有副反应干扰。
- 4、**价廉:** 本产品效能与进口同类产品相同,售价只是进口产品的30%。
- 5、**方便:** 每消化一份试样,加一片即可。免去称量步骤。
- 6、**易保存:** 常温保存。

销售价格: 220元/瓶 产品规格: 750克/瓶

欢迎更多的企业单位使用本产品。

联系人: 桑井艳 联系方式: 010-52352315

北京市粮食科学研究院

