

DOI:CNKI:61-1390/S.20111216.1150.022

网络出版时间:2011-12-16 11:50

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20111216.1150.022.html>

食品添加剂对糜子淀粉糊化特性的影响

王 颖,晁桂梅,杨秋歌,高金锋,王鹏科,张 盼,冯佰利

(西北农林科技大学 农学院,旱区作物逆境生物学国家重点实验室,陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 【目的】研究食品添加剂对糜子淀粉糊化特性的影响,为糜子产业发展提供依据。【方法】以糜子“榆黍 1 号”为供试材料,用碱提法制备糜子淀粉,测定其基本理化特性和糊化特性,并研究了不同食品添加剂(淀粉乳、蔗糖、NaCl、pH)对糜子淀粉糊化特性的影响。【结果】制备的糜子淀粉的淀粉含量为 895.8 g/kg,白度达到 98.2%,蛋白质和粗脂肪含量均较低,不易变质;与小米淀粉相比,糜子淀粉的黏度较大,热稳定性好,抗老化能力强,糊化温度较低。随着淀粉乳质量分数的增加,糜子淀粉的峰值黏度增加,热稳定性变差,抗老化能力减弱,糊化温度降低;随着蔗糖和 NaCl 的加入,糜子淀粉的峰值黏度增加,抗老化能力减弱,糊化温度升高;酸性或碱性条件下,糜子淀粉的峰值黏度增加,热稳定性变差,抗老化能力增强,糊化温度基本不变。【结论】糜子淀粉的糊化特性优于小米淀粉,接近于糯米淀粉,不同食品添加剂对糜子淀粉的糊化特性影响明显。

[关键词] 糜子淀粉;理化指标;食品添加剂;糊化特性

[中图分类号] TS235.1;S516

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2012)01-0061-05

Effects of food additive on paste property of proso millet starch

WANG Ying, CHAO Gui-mei, YANG Qiu-ge, GAO Jin-feng,

WANG Peng-ke, ZHANG Pan, FENG Bai-li

(College of Agronomy, Northwest A&F University, Arid State Key Laboratory of
Crop Stress Biology, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 Study on effects of food additive on paste properties of proso millet starch was done to provide reference for the development of proso millet industry. 【Method】 Starch was extracted from proso millet by alkali extraction method and the gelatinization properties and effects of food additive (starch milk, Sucrose, salt, pH) on paste property of the proso millet starch were studied. 【Result】 The starch content was 895.8 g/kg and starch whiteness was 98.2%, the residual protein and lipid was low, so proso millet starch was not easy to decay. Compared with the millet starch, the peak viscosity of proso millet starch was higher, thermal stability and anti-aging ability better, gelatinization temperature lower. With the increase of starch milk, the proso millet starch's peak viscosity was also increased, thermal stability and anti-aging ability were weakened, gelatinization temperature became lower. Adding sucrose and salt can increase proso millet starch's peak viscosity, strengthen thermal stability, increase gelatinization temperature. In acidic and alkaline conditions, proso millet starch's peak viscosity was increased, thermal stability weakened, anti-aging ability strengthened, gelatinization temperature basically unchanged. 【Conclusion】 The proso millet starch paste property is superior to millet starch, close to glutinous rice starch. Different food

* [收稿日期] 2011-07-22

[基金项目] 农业部公益性行业(农业)科研专项(200903007);国家谷子、糜子产业技术体系项目(Z225021101);西北农林科技大学唐仲英育种基金项目(NO. 50)

[作者简介] 王 颖(1987—),女,山东菏泽人,在读硕士,主要从事作物高效栽培研究。E-mail: fengzhengl669@126.com

[通信作者] 冯佰利(1966—),男,陕西耀县人,教授,博士,博士生导师,主要从事小杂粮品种资源、育种、栽培及产业化开发研究。E-mail: 7012766@163.com

additives have significant effect on gelatinization properties of proso millet starch.

Key words: proso millet starch; physiochemical index; food additive; gelatinization property

糜子是我国西北地区的主要粮食作物和制米作物,其营养丰富,蛋白质含量 136 g/kg 左右,并且含有人体必需的 8 种氨基酸,脂肪含量约占 40 g/kg,膳食纤维在 12 g/kg 左右,矿物质很丰富,籽粒中淀粉含量约 700 g/kg,是一种很好的提取淀粉的作物^[1]。研究表明,糜子淀粉的颗粒较小,多为多角形,具有抗性,可用于开发适合糖尿病、高血压病和心脑血管病等人群食用的保健产品^[2-4]。淀粉可以作为原料加工成食品,也可以作为一种食品添加剂用于改善食品的质地和风味,食品工业上广泛添加糖、盐和酸等来改善产品的风味,但是,糖、盐和酸等介质会通过与淀粉亲水胶体的相互作用,来影响淀粉的糊化性质、老化性质及食品的风味和质地^[5-6]。吕振磊等^[7]研究表明,随着马铃薯淀粉浓度的增加,淀粉糊的热稳定性和凝沉性变差,凝胶性增强,容易回生;在 pH 7.0 时马铃薯淀粉的热稳定性、凝沉性和凝胶性较差;添加蔗糖、NaCl 后,马铃薯淀粉的热稳定性、凝沉性、凝胶性增强。任顺成等^[5]研究表明,绿豆淀粉的成糊温度和峰值黏度最高,而鹰嘴豆淀粉的热糊稳定性和冷糊稳定性最好。林缘绿等^[8]研究表明,添加瓜尔豆胶后,莲子淀粉糊起糊温度降低,峰值黏度显著提高,热稳定性、冷稳定性均下降,且添加量越大影响越显著。有关糜子淀粉的高纯度制备及不同食品添加剂对其糊化性质影响等方面的报道很少。本研究采用碱提法制备糜子淀粉,测定基本理化指标,用快速黏度测定仪(RVA)监测糊化过程,并研究了不同食品添加剂对糜子淀粉糊化特性的影响,以期为糜子产业发展提供参考和理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

糜子品种为“榆黍 1 号”,由陕西杨凌西北农林科技大学小杂粮课题组提供;马铃薯、糯米和小米样品购于当地市场。

1.2 糜子淀粉的制备方法

1.2.1 工艺流程 糜子→粉碎→碱液浸泡→过筛→淀粉粗浆→离心→刮去黄褐色软层→加等体积蒸馏水稀释→淀粉乳→调 pH 至 7.0→洗涤(等体积蒸馏水洗 3 次)→淀粉精浆→干燥(50 ℃)→糜子淀粉。

1.2.2 操作要点 用万能粉碎机粉碎糜子后取 100 g,放置在大烧杯中,按照固液比 1:10 加入 3 g/L 的 NaOH 溶液,搅拌均匀,置 50 ℃下浸泡 22 h 后,过孔径 75 μm 筛除去粗纤维和其他杂质,得到淀粉粗浆,在 4 000 r/min 离心 10 min,弃去上清液,小心刮去沉淀上层黄褐色软层,加 20 mL 蒸馏水,搅拌均匀后用 1 mol/L 的 HCl 调节 pH 至 7.0,4 000 r/min 离心 10 min,弃去上清液,刮去灰褐色沉淀,再用蒸馏水洗涤淀粉沉淀 3 次,以除去淀粉中的蛋白质和各种离子。将最后得到的湿淀粉置 50 ℃的烘箱中干燥 20 h,经过粉碎,过筛,得到纯度较高的糜子淀粉。

1.3 淀粉基本理化指标的测定

1.3.1 主要成分的测定 水分含量采用直接干燥法测定(GB 5009.3—2010);蛋白质含量采用凯氏定氮法测定(GB 5009.5—2010);粗脂肪含量采用索氏提取法测定(GB/T 5009.6—2003);淀粉含量采用酸水解法测定(GB/T 5009.9—2008);直链淀粉含量采用碘比色法测定(GB/T 15683—2008);粗纤维含量采用酸碱水解法测定(GB/T 5009.10—2003);灰分含量采用灼烧法测定(GB 5009.4—2010)。

1.3.2 白度的测定 将 DSBD-1 数字白度仪(温州鹿东仪器厂)经 2 号白板校正后,将样品放置在白度仪上测定淀粉白度。

1.4 淀粉糊化特性的测定

当淀粉含水量为 120 g/kg 时,称取样品 2.0 g,加蒸馏水 25.0 mL,50 ℃下保温 1 min,在 3.7 min 内升温至 95 ℃,保持 2.5 min,然后在 3.8 min 内冷却至 50 ℃,保持 2 min,然后放入 RVA-3D 型快速黏度测定仪(澳大利亚 Newsport Scientific 仪器公司)中,前 10 s 内以 960 r/min 搅拌,之后的整个过程以 160 r/min 搅拌^[9-13]。整个过程历时 13 min,用 Thermal Cycle for Windows 配套软件进行分析。

1.5 食品添加剂对糜子淀粉糊化特性的影响

1.5.1 淀粉乳 称取适量淀粉和蒸馏水分别配制质量分数 4.0%,6.0%,8.0%,10.0%,12.0%的淀粉乳,分析不同淀粉乳含量对糜子淀粉糊化特性的影响。

1.5.2 蔗糖 以糜子淀粉乳质量为基准,分别添加质量分数 0.0%,3.0%,6.0%,9.0%,12.0%的

蔗糖,分析蔗糖对糜子淀粉糊化特性的影响。

1.5.3 NaCl 以糜子淀粉乳质量为基准,分别添加质量分数 0.0%,2.0%,3.0%,5.0%,7.0%的 NaCl,分析 NaCl 对糜子淀粉糊化特性的影响。

1.5.4 pH 以糜子淀粉乳质量为基准,用 HCl 和 NaOH 分别配制 pH 为 3.0,5.0,7.0,10.0,12.0 的溶液添加到淀粉中,分析不同 pH 对糜子淀粉糊化特性的影响。

2 结果与分析

2.1 糜子淀粉的基本理化指标

由表 1 可知,“榆黍 1 号”的淀粉白度可达到 98.2%,与糯米淀粉相差不大,优于马铃薯和小米淀粉;同时其淀粉含量可达到 895.8 g/kg,但直链淀粉

含量仅为 12.6 g/kg,表明淀粉黏度大、不易老化回生;糜子淀粉中的蛋白质、粗脂肪含量较低,不易变质。表明“榆黍 1 号”的淀粉符合国家食用淀粉优级品的标准^[4],可以满足食品工业的使用要求。

2.2 糜子淀粉的糊化特性

表 2 表明,糜子淀粉的峰值黏度低于马铃薯淀粉,高于小米淀粉,与糯米淀粉比较接近;破损值低于马铃薯、糯米和小米淀粉;回生值低于马铃薯、小米淀粉,与糯米淀粉接近。与糯米淀粉相比,糜子淀粉的峰值黏度、谷值黏度、破损值、终黏度相差不大,但糊化温度升高。可见,糜子淀粉的糊化特性接近糯米淀粉,黏度较大,热稳定性较好,不易老化回生,可用作食品增稠剂和稳定剂。

表 1 糜子淀粉的基本理化指标

Table 1 Basic typical analysis of proso millet starch								
样品 Sample	水分/ (g·kg ⁻¹) Moisture	蛋白质/ (g·kg ⁻¹) Protein	粗脂肪/ (g·kg ⁻¹) Lipid	淀粉/ (g·kg ⁻¹) Starch	直链淀粉/ (g·kg ⁻¹) Amylose	粗纤维/ (g·kg ⁻¹) Fiber	灰分/ (g·kg ⁻¹) Ash	白度/% Whiteness
糜子淀粉 Proso millet starch	98.3	2.1	1.15	895.8	12.6	1.4	1.5	98.2
马铃薯淀粉 Potato starch	124.2	2.3	1.17	870.2	181.3	1.8	1.3	95.4
糯米淀粉 Glutinous rice starch	101.1	3.2	1.22	891.5	0.0	1.3	1.7	99.9
小米淀粉 Millet starch	137.6	3.6	1.20	854.9	204.1	1.2	1.5	93.7

表 2 糜子淀粉的黏滞性 RVA 谱特征值

Table 2 RVA characteristic parameter values of proso millet							
样品 Sample	峰值黏度/cP Peak	谷值黏度/cP Trough	破损值/cP Breakdown	终黏度/cP Finalvisc	回生值/cP Setback	出峰时间/min PeakTime	糊化温度/℃ Pastingtemp
糜子淀粉 Proso millet starch	1 086	537	549	688	151	4.12	79.50
马铃薯淀粉 Potato starch	2 134	1 063	1 071	1 342	279	4.10	76.50
糯米淀粉 Glutinous rice starch	1 306	620	686	731	111	4.10	67.95
小米淀粉 Millet starch	969	589	580	1 733	1 144	4.48	80.75

2.3 食品添加剂对糜子淀粉糊化特性的影响

2.3.1 淀粉乳 由表 3 可以看出,淀粉乳对糜子淀粉的糊化特性影响较大。随着淀粉乳质量分数的增加,糜子淀粉的峰值黏度、谷值黏度、破损值、回生值均增大,表明糜子淀粉热稳定性下降,抗老化能力减弱。当淀粉乳质量分数为 12.0%时,糜子淀粉的峰

值黏度高达 2 213 cP,与马铃薯淀粉接近,但破损值、回生值均高于马铃薯淀粉,表明糜子淀粉易于老化回生。这可能是由于随着淀粉乳含量的增加,单位体积内直链淀粉和支链淀粉的数量增多,淀粉分子之间接触的机会也就增多,糜子淀粉的糊化特性也随之发生变化^[14]。

表 3 不同淀粉乳质量分数下糜子淀粉的黏滞性 RVA 谱特征值

Table 3 RVA characteristic parameter values of proso millet starch paste at different starch milk contents							
淀粉乳/% Starch milk	峰值黏度/cP Peak	谷值黏度/cP Trough	破损值/cP Breakdown	终黏度/cP Finalvisc	回生值/cP Setback	出峰时间/min PeakTime	糊化温度/℃ Pastingtemp
4.0	297	176	121	202	26	4.22	80.65
6.0	674	350	324	430	80	4.17	80.20
8.0	1 086	537	549	688	151	4.12	79.50
10.0	1 603	790	813	1 017	227	4.10	79.25
12.0	2 213	1 119	1 094	1 428	309	4.08	79.05

2.3.2 蔗 糖 由表 4 可以看出,随着蔗糖质量分数的增加,糜子淀粉的糊化温度明显升高,峰值黏

度、谷值黏度、破损值、终黏度、回生值均呈增加的趋势,这表明添加蔗糖会使糜子淀粉的黏度增加,热稳

定性变差,抗老化能力减弱。究其原因可能是因为具有可形成更多氢键位的单双糖分子取代了水分

子,其与淀粉分子键间以氢键相联,形成糖桥,使淀粉粒子变大,从而导致淀粉糊的黏度增大^[15]。

表 4 不同蔗糖添加量下糜子淀粉的黏滞性 RVA 谱特征值

Table 4 RVA characteristic parameter values of proso millet starch paste in different sucrose additions

蔗糖/% Sucrose	峰值黏度/cP Peak	谷值黏度/cP Trough	破损值/cP Breakdown	终黏度/cP Finalvisc	回生值/cP Setback	出峰时间/min Peaktime	糊化温度/℃ Pastingtemp
0.0	1 086	537	549	688	151	4.12	79.50
3.0	1 175	599	576	763	164	4.10	79.70
6.0	1 261	656	605	833	177	4.18	81.00
9.0	1 302	690	612	895	205	4.22	81.30
12.0	1 337	723	614	951	228	4.25	81.65

2.3.3 NaCl 由表 5 可见,随着 NaCl 质量分数的增加,糜子淀粉的糊化温度升高,峰值黏度、回生值增加,破损值减小,表明添加 NaCl 使糜子淀粉热稳定性增加,抗老化能力减弱。分析原因,可能是由于 NaCl 为中强电解质,在水中可以完全水解为 Na⁺和 Cl⁻,Na⁺与淀粉中的羟基发生作用,导致电荷下降,

斥力减小,从而引起淀粉糊化性质发生变化;也可能是因为含有 NaCl 的淀粉乳受热发生糊化作用时,NaCl 的存在降低了水的活度,影响了淀粉分子与水分子之间的相互作用,进而使淀粉的糊化特性受到影响^[6]。

表 5 不同 NaCl 添加量下糜子淀粉的黏滞性 RVA 谱特征值

Table 5 RVA characteristic parameter values of proso millet starch paste in different sodium chloride additions

食盐/% Salt	峰值黏度/cP Peak	谷值黏度/cP Trough	破损值/cP Breakdown	终黏度/cP Finalvisc	回生值/cP Setback	出峰时间/min Peaktime	糊化温度/℃ Pastingtemp
0.0	1 086	537	549	688	151	4.12	79.50
2.0	1 094	609	485	791	182	4.52	84.35
3.0	1 153	657	496	842	185	4.70	84.75
5.0	1 213	720	493	905	185	4.67	86.05
7.0	1 302	803	499	989	186	4.53	87.25

2.3.4 pH 由表 6 可以看出,与 pH=7.0 相比,酸性或碱性条件均会使糜子淀粉的峰值黏度、谷值黏度和破损值增加,回生值减小。可知酸性或碱性

条件下,糜子淀粉热稳定性变差,抗老化能力增强。pH=12.0 时,糊化温度最高;pH=3.0 时,糊化温度最低。

表 6 不同 pH 下淀粉的黏滞性 RVA 谱的特征值

Table 6 RVA characteristic parameter values of proso millet starch paste at different pH values

pH	峰值粘度/cP Peak	谷值黏度/cP Trough	破损值/cP Breakdown	终黏度/cP Finalvisc	回生值/cP Setback	出峰时间/min Peaktime	糊化温度/℃ Pastingtemp
3.0	1 144	582	562	720	138	4.08	78.90
5.0	1 132	577	555	721	144	4.10	79.35
7.0	1 086	537	549	688	151	4.12	79.50
10.0	1 142	579	563	714	135	4.18	79.95
12.0	1 156	564	592	712	148	4.10	80.05

3 讨 论

本研究结果表明,通过碱提法得到的糜子淀粉白度为 98.2%,仅次于糯米淀粉,优于马铃薯和小米淀粉;糜子淀粉中的蛋白质和粗脂肪残留量最少,在放置过程中不易氧化变味;并且淀粉含量可达到 895.8 g/kg。

本研究中,不同质量分数淀粉乳对糜子淀粉的糊化特性影响明显。随着淀粉乳质量分数的增加,峰值黏度、谷值黏度、破损值、终黏度、回生值均大幅度上升,其中当淀粉乳的质量分数为 12.0%时,糜

子淀粉以上指标均最大,表明糜子淀粉此时的热稳定性最差,最易老化,凝胶性最强,这与马铃薯淀粉^[7]、荞麦淀粉^[16]、玉米淀粉^[17]的性质一致。本研究中,常见食品添加剂 NaCl、蔗糖、酸或碱的存在,均影响了糜子淀粉的糊化特性。随着蔗糖的加入,糜子淀粉的热稳定性变差,抗老化能力减弱,糊化温度升高。这与前人研究的添加蔗糖后,马铃薯淀粉^[16]热稳定性变差;荞麦淀粉^[16]黏性增加,糊化温度升高,热稳定性和抗老化能力变化不大及玉米淀粉^[17]的黏性降低,热稳性增强,抗老化能力增强有差异。NaCl 的加入使糜子淀粉的热稳定性增加,抗

老化能力减弱,糊化温度升高,这与前人对马铃薯淀粉^[7]、荞麦淀粉^[16]、玉米淀粉^[17]的研究结论一致。本试验中,在酸性或碱性条件下,糜子淀粉的峰值黏度增加,热稳定性变差,抗老化能力增强,糊化温度变化不大,这与前人对荞麦淀粉^[16]的研究结果一致。由此可知,不同的食品添加剂对不同品种的淀粉糊化特性影响不同,具体原因有待进一步研究。因此,在加工食品时,应该根据加工目的选择适宜的淀粉种类、加工条件和添加物,以达到更好的加工效果。

[参考文献]

[1] 柴 岩. 糜子(黄米)的营养和生产概况 [J]. 粮食加工,2009,34(4):90-91.
Chai Y. Nutrition and production of proso millet [J]. Grain Processing,2009,34(4):90-91. (in Chinese)

[2] Kumari S K, Thayumanavan B. Characterization of starches of proso, foxtail, barnyard, kodo, and little millets [J]. Plant Foods for Human Nutrition,1998,53:47-56.

[3] Yanez G A, Walker C E, Nelson L A. Some chemical and physical properties of proso millet (*Panicum miliaceuml.*) starch [J]. J Cereal Sci,1991,13:299-305.

[4] 姚亚平,田呈瑞,张国权,等. 糜子淀粉理化性质的分析 [J]. 中国粮油学报,2009,24(9):45-52.
Yao Y P, Tian C R, Zhang G Q, etal. Analysis on physicochemical properties of proso starch [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association,2009,24(9):45-52. (in Chinese)

[5] 任顺成,李翠翠,邓颖颖. 鹰嘴豆、饭豆、绿豆淀粉性质的比较 [J]. 中国粮油学报,2011,26(1):61-64.
Ren S C, Li C C, Deng Y Y. Comparision of starch properties of chickpea, mung bean and rice bean [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association,2011,26(1):61-64. (in Chinese)

[6] 杜先锋,许时婴,王 璋. NaCl 和糖对葛根淀粉糊化特性的影响 [J]. 食品科学,2002,23(7):34-36.
Du X F, Xu S Y, Wang Z. Effect of NaCl and sugar on the characteristics of kuzu starch [J]. Food Science,2002,23(7):34-36. (in Chinese)

[7] 吕振磊,李国华,陈海华. 马铃薯淀粉糊化及凝胶特性研究 [J]. 食品与机械,2010,26(3):22-26.
Lü Z L, Li G H, Chen H H. Gelationization and gel properties of potato starch [J]. Food and Machinery,2010,26(3):22-26. (in Chinese)

[8] 林鸳鸯,曾绍校,张 怡. 瓜尔豆胶对莲子淀粉糊特性影响的研究 [J]. 中国食品学报,2011,11(2):87-90.
Lin Y Y, Zeng S X, Zhang Y. Influence of guar gum on the characteristics of lotus-seed starch paste [J]. Journal of Chinese Institute Food Science Technology,2011,11(2):87-90. (in Chinese)

[9] Sok-Hon Yun, Ken Quail, North Ryde. RVA pasting properties of Australian wheat starches [J]. Starch,1999,51(8/9):274-280.

[10] 洪 雁,顾正彪,顾 娟. 蜡质马铃薯淀粉性质的研究 [J]. 中国粮油学报,2008,23(6):112-115.
Hong Y, Gu Z B, Gu J. Properties of waxy potato starch [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association,2008,23(6):112-115. (in Chinese)

[11] 许 忠. 马铃薯羧甲基淀粉糊化特性研究 [J]. 食品科学,2001,22(2):25-28.
Xu Z. Studies on the paste properties of potato carboxymethyl starch [J]. Food Science,2001,22(2):25-28. (in Chinese)

[12] Lin S, Breene W M, Sargent J S. Effect of pH, sodium chloride, polysaccharides, and surfactants on the pasting characteristics of Pea flours (*Pisum sativum*) [J]. Cereal Chem,1990,67(1):14-19.

[13] Tester F, Morrison W R. Swelling and gela-tinization of cereal starches effects of amylopectin, amylase and lipids [J]. Cereal Chem,1990,67(6):551-557.

[14] 马冰洁,唐洪波,马 玲. 马铃薯淀粉糊的黏度性质 [J]. 东北林业大学学报,2006,34(4):73-75.
Ma B J, Tang H B, Ma L. Viscosity property of potato starch paste [J]. Journal of Northeast Forestry University of Technology,2006,34(4):73-75. (in Chinese)

[15] 马 力,李新华,路 飞. 小米淀粉与玉米淀粉糊性质比较研究 [J]. 粮食与油脂,2005(2):22-25.
Ma L, Li X H, Lu F. Study on pasting properties between millet starch and maize starch [J]. Journal of Cereals and Oils,2005(2):22-25. (in Chinese)

[16] 李新华,韩晓芳,于 娜. 荞麦淀粉的性质比较 [J]. 食品科学,2009,30(11):104-108.
Li X H, Han X F, Yu N. Study on properties of buckwheat starch [J]. Food Science,2009,30(11):104-108. (in Chinese)

[17] 谢新华,艾志录,王 娜. 不同介质对玉米淀粉糊化黏度特性的影响 [J]. 中国粮油学报,2010,25(3):37-39.
Xie X H, Ai Z L, Wang N. Effects of different midia on paste property of cornstarch [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association,2010,25(3):37-39. (in Chinese)