

淡水鱼糜挤压膨化技术研究

叶丽秀^{1,2}, 程 薇^{1,2}, 周 明^{1,2}, 薛淑静^{1,2}, 杜 欣^{1,2}, 熊光权^{1,2,*}

(1. 湖北省农业科技创新中心, 湖北 武汉 430064

2. 湖北省农业科学院农产品加工与核农技术研究所, 湖北 武汉 430064)

摘 要: 本实验研究了不同加工温度、物料含水量、螺杆转速、喂料速度对挤压膨化产品系统参数扭矩、4 区压力、5 区压力、两区压力差的影响。研究表明: 加工温度、物料含水量、螺杆转速、喂料速度对挤压膨化产品系统参数的影响, 只有螺杆转速对两区压力差不显著, 其余都达到极显著水平; 随着加工温度、物料含水量、螺杆转速升高, 扭矩、4 区压力、5 区压力、两区压力差呈大致降低趋势; 随着喂料速度升高, 扭矩、4 区压力、5 区压力、两区压力差呈大致升高的趋势。

关键词: 淡水鱼糜; 挤压膨化; 系统参数; 变化规律

Study on Extrusive Technology of Fresh Water Fish Paste

YE Li-xiu^{1,2}, CHENG Wei^{1,2}, ZHOU Ming^{1,2}, XUE Shu-jing^{1,2}, DU Xin^{1,2}, XIONG Guang-quan^{1,2,*}

(1. Hubei Agricultural Science and Technology Innovation Center, Wuhan 430064, China; 2. Institute of Agricultural Products Processing and Neutron-Agro Technology, Hubei Academy of Agricultural Science, Wuhan 430064, China)

Abstract: In this article effects of processing parameters on the systemic parameters were studied. The results indicate that: Barrel temperature, material moisture, feed rate affect remarkably the systemic parameters. However, screw speed doesn't; Rotate, pressure of 4th, pressure of 5th and degree of two-section pressure decrease with material moisture, barrel temperature and screw speed increasing; Rotate, pressure of 4th, pressure of 5th and degree of two-section pressure increase with feed rate increasing.

Key words fresh water fish paste; extrusion; systemic parameters; changes

中图分类号: TS254.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)10-0159-07

改革开放以来, 我国渔业发展迅速, 水产品产量连续 10 多年居世界第一。近年来, 淡水产品养殖业发展迅速。2005 年全国水产品产量达 5100 万吨, 淡水产品产量 2183.5 万吨, 占水产品总量的 42.8%。2005 年我国有水产品加工企业 9128 家, 加工能力达 1696 万吨/年, 水产加工业产值占总产值的比重由 1998 年的 16.66% 提高到 2005 年的 31.60%。2005 年我国水产品出口总额 78.88 亿美元, 比上年同期增长 13.2%, 出口数量 315.3 万吨, 同比增长 12.4%, 水产品出口连续 6 年居农产品出口首位, 成为我国农产品出口的主力军。虽然我国水产品加工业取得了一些成绩, 但存在的肌间刺多、土腥味重、采肉率低、鱼糜凝胶强度低以及加工方法原始、规模小、副产品综合利用率低等问题一直未得到根本性解决。

挤压技术是近 50 年来发展起来的高新技术, 由于具有加工效率高、加工单元集成度高、能源消耗低、

生产连续性好等优点, 已广泛用于各种挤压面条、淀粉、蛋白质、纤维的加工中, 是一个极具发展潜力的食品加工技术。研究工作主要集中在淀粉质原料(玉米、大米、小米、荞麦等及其各种淀粉)的挤压加工、蛋白质原料(大豆、花生、小麦等蛋白)的挤压加工、纤维质原料(小麦、大豆等种皮及其他纤维)的挤压加工、混合质原料(各种原料复配)的挤压加工。形成了挤压面条、挤压面包、膨化小食品、谷物早餐食品、变性淀粉、组织化植物蛋白、功能性膳食纤维、饲料、中草药、可降解材料等产品。但以淡水鱼糜为原料研究其挤压膨化技术, 尚未见报道。本实验对此做初步探索。

1 材料与方法

1.1 原料与设备

淡水鱼: 白鲢, 0.5~1 kg, 购自超市; 大豆粉:

收稿日期 2007-06-20

* 通讯作者

基金项目: 湖北省农业板块项目(200502); 湖北省农业科技创新中心项目(2007102)

作者简介: 叶丽秀(1964-), 女, 工程师, 研究方向为淡水鱼深加工。

购自超市；玉米粉：购自超市；食盐：购自超市。

Brabender DSE25型双螺杆挤压实验室工作站 德国 Brabender 公司。

1.2 工艺流程

淡水鱼→去头→去内脏→去鳞→采肉→配料→捣溃→挤压膨化→干燥→包装→成品

1.3 试验设计

双螺杆挤压膨化机模口直径为 4 mm，螺杆转速为 160 r/min，喂料速度为 70 g/min，1、2、3、4、5 区温度分别为 80、110、170、175、180℃，物料含水量为 25%，分别以加工温度、物料含水量、螺杆转速、喂料速度为变量进行单因素试验，加工温度设计水平见表 1。原料含水量设计水平分别为 23%、24%、25%、26%、27%，对应编号为 M1、M2、M3、M4、M5；螺杆转速设计水平分别为 100、130、160、190、210 r/min，对应编号为 SP1、SP2、SP3、SP4、SP5；喂料速度设计水平为 25、33、43、57、78 r/min，对应编号为 FR1、FR2、FR3、FR4、FR5。

2 结果与分析

2.1 工艺参数对扭矩的影响

表 1 膨化机加工温度设计(℃)
Table 1 Barrel temperature design (°C)

处理	1区	2区	3区	4区	5区
T1	80	110	125	130	135
T2	80	10	140	145	150
T3	80	110	155	160	165
T4	80	110	170	175	180
T5	80	110	185	190	195

扭矩可定义为力与力臂的乘积。对旋转的螺杆来讲，扭矩指的是螺杆在机筒内旋转时，受到的切向力与螺杆半径的乘积，是反映膨化加工过程中物料剪切和挤压阻力大小的指标。在试验中，研究最多的是加工温度、物料含水量对扭矩的影响。明确其间相互制约的关系，对于了解物料在挤压膨化机中受到的剪切程度，提高生产的安全性都是很有必要的。

2.1.1 加工温度对螺杆扭矩的影响

通过方差分析得出，加工温度对螺杆扭矩有极显著影响($\alpha < 0.01$)。随着加工温度的升高，膨化加工中的

表 2 方差分析表
Table 2 Analysis of variance(ANOVA)

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	914.26	4	228.56	16.98	4.03E-09	2.54
组内	740.42	55	13.46			
总计	1654.677	59				

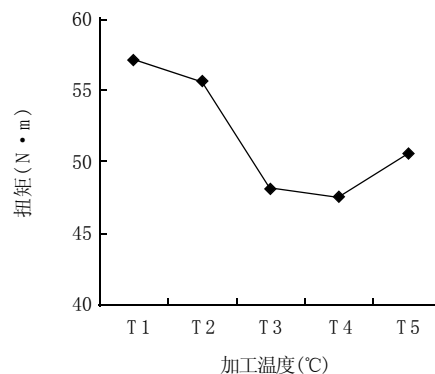


图 1 加工温度对扭矩的影响

Fig.1 Effects of barrel temperature on rotate

螺杆扭矩呈先下降后升高的趋势。这主要是加工温度升高时，熔流体黏度下降，物料与螺杆、机腔之间的摩擦减少，从而导致扭矩变小。但温度过高时，扭矩反而会升高。

2.1.2 物料含水量对螺杆扭矩的影响

通过方差分析得出，物料含水量对螺杆扭矩有极显著影响($\alpha < 0.01$)。随着物料含水量增大，螺杆扭矩呈下降趋势。这是由于物料中水分在机筒中起润滑作用，在一定程度上降低物料黏度，减少物料与机筒和螺杆间的摩擦，因而随着物料含水量的增加，螺杆扭矩下降。

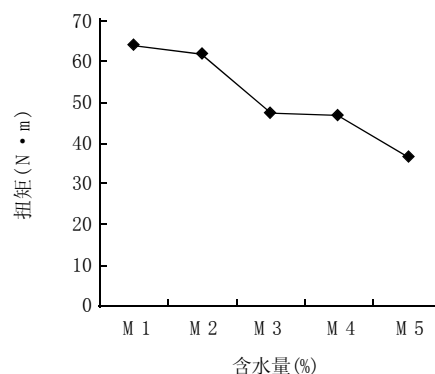


图 2 物料含水量对扭矩的影响

Fig.2 Effects of material moisture on rotate

表 3 方差分析表
Table 3 Analysis of variance(ANOVA)

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	6181.889	4	1545.48	202.78	3.19E-32	2.53
组内	419.19	55	7.62			
总计	6601.08	59				
	1654.677					

2.1.3 螺杆转速对扭矩的影响

螺杆转速对扭矩有极显著影响($\alpha < 0.01$)。从图 3 中可以看到，螺杆转速对扭矩的影响呈现较复杂的变化趋势。这可能是由于螺杆转速的升高加强了对物料的输送

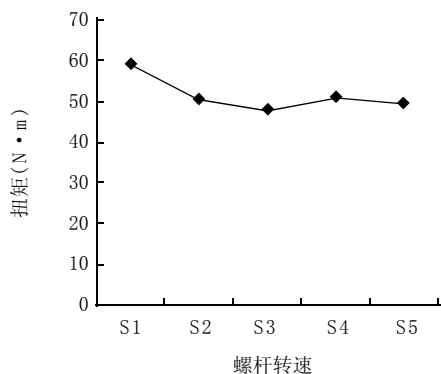


图3 螺杆转速对扭矩的影响

Fig.3 Effects of screw speed on rotate

表4 方差分析表
Table 4 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	960.08	4	240.02	21.06	1.42E-10	2.54
组内	626.74	55	11.39			
总计	1586.8	59				

作用,提高了剪切区和螺杆前端混合区的压力,因而随着螺杆转速的升高,螺杆旋转时受到的阻力增大,最终导致扭矩增加;另一方面,随着螺杆转速的升高,螺杆对物料剪切作用加剧,更多的机械能转化为化学能,物料中淀粉分子液化程度加剧,流体流动性增强,因而物料黏度下降,扭矩变小。所以,螺杆转速变化对扭矩的影响具有双重作用。

2.1.4 喂料速度对扭矩的影响

喂料速度对扭矩有极显著影响($p < 0.01$)。随着喂料速度增加,螺杆扭矩呈上升的趋势(图4),这是因为喂料速度增加,设备的生产能力提高,消耗功率增加,因而扭矩增大。

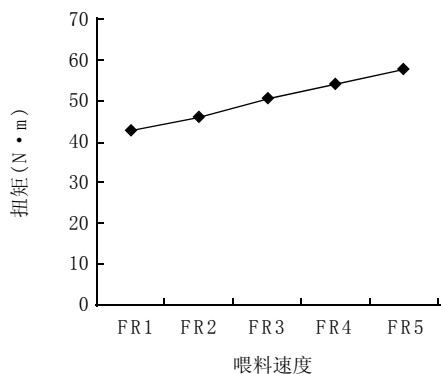


图4 喂料速度对扭矩的影响

Fig.4 Effects of feed rate on rotate

2.2 工艺参数对4区压力的影响

一般来说,第4区处物料粘度最小,压力最大,

表5 方差分析表
Table 5 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	1747.28	4	436.82	12.72	2.13E-07	2.54
组内	1888.43	55	34.34			
总计	3635.71	59				

物料温度最高,物料中水分的蒸汽压也最大。4区压力的大小对膨化食品的营养品质、口感、风味、质构以及出料速度均有重要影响。

2.2.1 加工温度对4区压力的影响

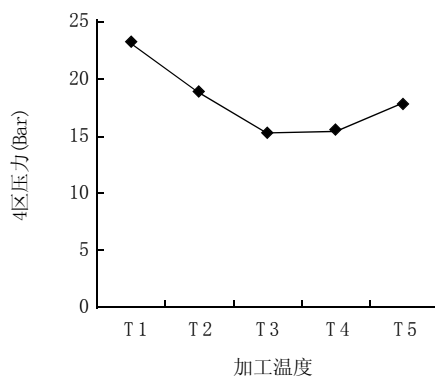


图5 加工温度对4区压力的影响

Fig.5 Effects of barrel temperature on pressure of 4th

研究表明,加工温度对4区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随着加工温度升高,4区压力呈下降趋势。这是因为加工温度升高,物料高温熔融,黏度下降,螺杆对物料输送作用减弱,致使螺杆前端混合区的填充度减少;物料与模孔内侧摩擦作用减弱,出料速度提高,因而4区压力随温度上升而下降,但温度过高,4区压力反而会升高。

表6 方差分析表
Table 6 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	504.87	4	126.22	70.25	5.84E-21	2.54
组内	98.83	55	1.80			
总计	603.70	59				

2.2.2 物料含水量对4区压力的影响

物料含水量对4区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随着物料含水量升高,4区压力呈下降趋势(图6)。这是由于随物料含水量升高,水分的稀释作用使得物料黏度越低,因而4区压力呈明显的下降趋势;另一方面,物料含水量较高时,水分汽化将吸收大量的热能,在一定程度上降低了加工温度对物料的作用。

2.2.3 螺杆转速对4区压力的影响

螺杆转速对4区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随着

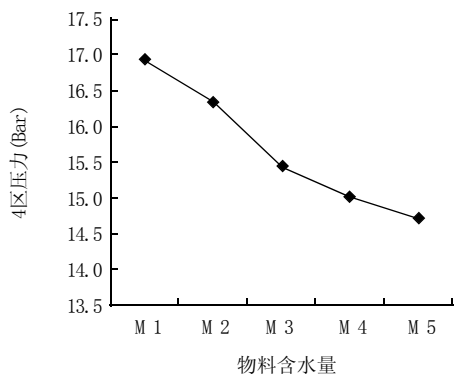


图6 物料含水量对4区压力的影响

Fig.6 Effects of material moisture on pressure of 4th表7 方差分析表
Table 7 Analysis of variance

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	41.67	4	10.42	61.24	1.29E-19	2.54
组内	9.35	55	0.17			
总计	51.02	59				

螺杆转速升高, 4区压力呈先减少后缓慢增加再减少的趋势(见图7)。

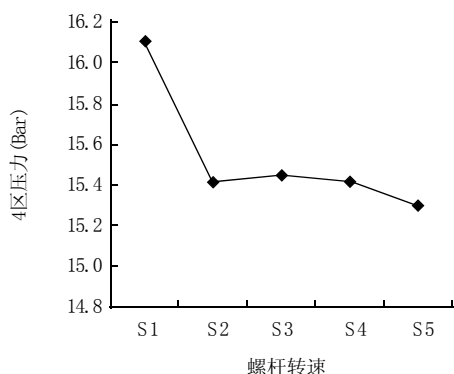


图7 螺杆转速对4区压力的影响

Fig.7 Effects of screw speed on pressure of 4th表8 方差分析表
Table 8 Analysis of variance

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	4.98	4	1.25	5.59	0.00075	2.54
组内	12.25	55	0.22			
总计	17.23	59				

2.2.4 喂料速度对4区压力的影响

喂料速度对4区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随着喂料速度升高, 4区压力呈先上升后下降的趋势(图8)。这是因为随着喂料速度升高, 在螺杆输送能力的范围内, 输送能力提高, 增大了螺杆前端混合区的填充度, 阻力增大, 因而4区压力增大。

2.3 工艺参数对5区压力的影响

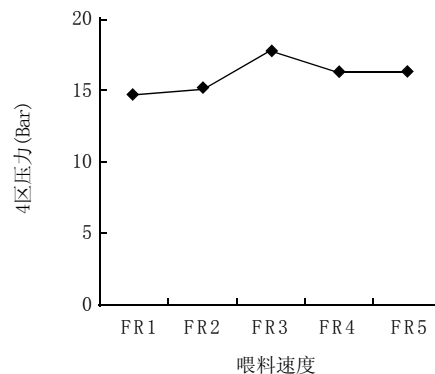


图8 喂料速度对4区压力的影响

Fig.8 Effects of feed rate on pressure of 4th表9 方差分析表
Table 9 Analysis of variance

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	70.29	4	17.57	26.12	3.67E-12	2.54
组内	37.00	55	0.67			
总计	107.29	59				

5区压力指物料即将喷出模口时由于4区压力的作用而产生的压力, 当物料在混合区以较快的速度通过模头内孔而涌向模口时, 由于模口内径突然变小, 摩擦力增大, 阻力增大, 物料达到模口时, 受到的压力有所下降, 故5区压力通常小于4区压力。5区压力对挤出物的膨化度、流变学特性、口感、质地、风味均有重要影响。

2.3.1 加工温度对5区压力的影响

研究表明, 加工温度对5区压力有极显著影响($p < 0.01$)。加工温度对物料流变特性的作用强度加大, 物料粘度下降, 所以随着加工温度升高, 5区压力呈下降趋势。

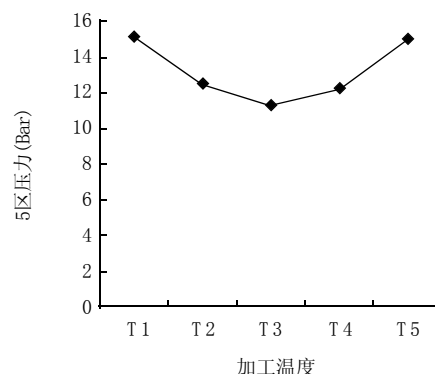


图9 加工温度对5区压力的影响

Fig.9 Effects of barrel temperature on pressure of 5th

2.3.2 物料含水量对5区压力的影响

物料含水量对5区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随

表 10 方差分析表
Table 10 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	150.79	4	17.57	45.83	6.84E-17	2.54
组内	45.25	55	0.67			
总计	196.04	59				

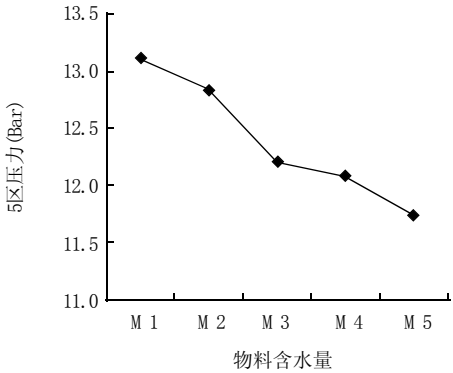


图 10 物料含水量对 5 区压力的影响
Fig.10 Effects of material moisture on pressure of 5th

表 11 方差分析表
Table 11 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	15.21	4	3.80	73.28	2022E-21	2.54
组内	2.85	55	0.05			
总计	18.06	59				

着物料含水量升高，5 区压力呈下降趋势(图 10)。

2.3.3 螺杆转速对 5 区压力的影响

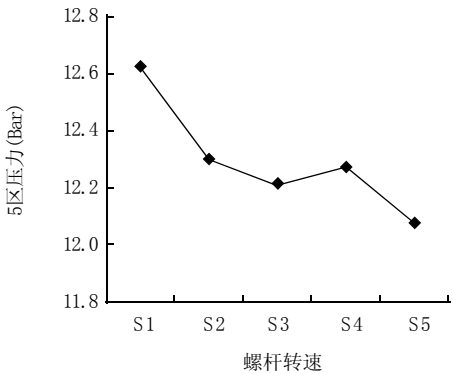


图 11 螺杆转速对 5 区压力的影响
Fig.11 Effects of screw speed on pressure of 5th

表 12 方差分析表
Table 12 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	1.98	4	0.50	5.96	0.00047	2.54
组内	4.58	55	0.08			
总计	6.56	59				

螺杆转速对 5 区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随

着螺杆转速升高，5 区压力呈下降的趋势，但变化幅度不大。

2.3.4 喂料速度对 5 区压力的影响

喂料速度对 5 区压力有极显著影响($p < 0.01$)。随着喂料速度升高，5 区压力呈上升后下降的趋势(图 12)。

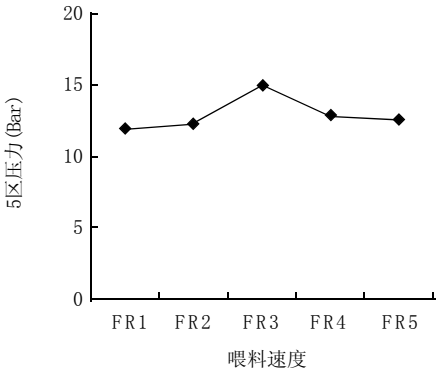


图 12 喂料速度对 5 区压力的影响
Fig.12 Effects of feed rate on pressure of 5th

表 13 方差分析表
Table 13 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	69.55	4	17.39	49.92	1.12E-17	2.54
组内	19.16	55	0.35			
总计	88.70	59				

2.4 工艺参数对两区压力差的影响

两区压力差产生于摩擦阻力对物料的作用，在某种程度上反映了物料在模孔内流动的快慢。

2.4.1 加工温度对压力差的影响

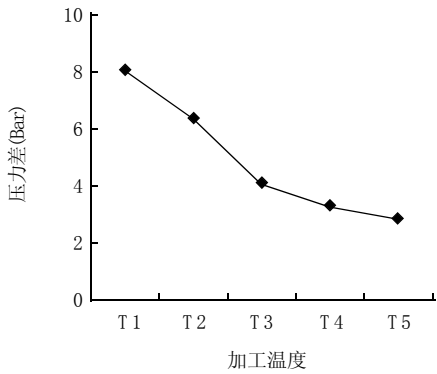


图 13 加工温度对两区压力差的影响
Fig.13 Effects of barrel temperature on degree of two-section

表 14 方差分析表
Table 14 Analysis of variance

差变异	SS	d ^f	M S	F	p-value	Fcrit
组间	234.42	4	58.6	201.74	3.64E-32	2.54
组内	15.98	55	0.29			
总计	250.40	59				

研究表明,加工温度对压力差有极显著影响($\alpha < 0.01$)。随着加工温度的升高,压力差下降(图13)。这可能是由于加工温度升高,物料黏度下降,在模孔受到阻力减小所致。

2.4.2 物料含水量对压力差的影响

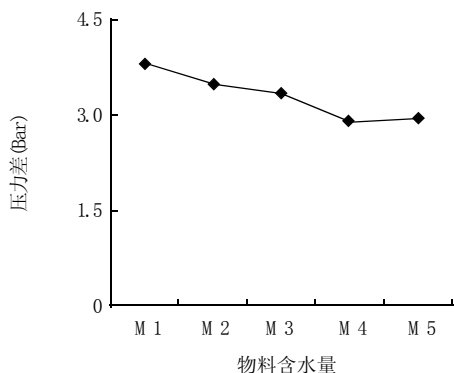


图14 物料含水量对两区压力差的影响

Fig.14 Effects of material moisture on degree of two-section

表15 方差分析表
Table 15 Analysis of variance

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	6.90	4	1.72	15.93	1.02E-08	2.54
组内	5.96	55	0.11			
总计	12.56	59				

研究表明,物料含水量对压力差也有极显著影响($\alpha < 0.01$)。随着物料含水量降低,两区压力差呈增大趋势。这可能是由于物料中水分减少,物料与模孔内壁间的摩擦作用增强,受到阻力增加,因而物料含水量降低,两区压力差增大。

2.4.3 螺杆转速对两区压力差的影响

通过方差分析(见表16),螺杆转速对两区压力差的影响不显著($\alpha > 0.05$)。

2.4.4 喂料速度对两区压力的影响

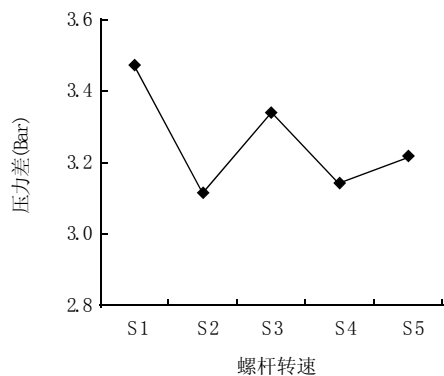


图15 螺杆转速对两区压力差的影响

Fig.15 Effects of screw speed on degree of two-section

表16 方差分析表
Table 16 Analysis of variance

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	1.07	4	0.27	2.39	0.0614	2.54
组内	6.15	55	0.11			
总计	7.22	59				

喂料速度对两区压力有极显著影响,随着喂料速度升高,两区压力差呈上升的趋势(图16)。

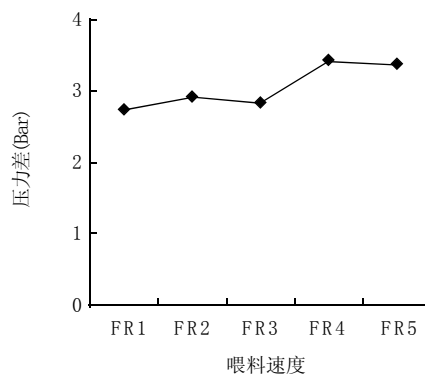


图16 喂料速度对两区压力差的影响

Fig.16 Effects of feed rate on degree of two-section

表17 方差分析表
Table 17 Analysis of variance

差变异	SS	df	M S	F	p-value	Fcrit
组间	4.74	4	1.19	4.68	0.0025	2.54
组内	13.93	55	0.25			
总计	18.67	59				

3 结论

3.1 加工温度、物料含水量、螺杆转速、喂料速度对挤压膨化产品系统参数的影响,只有螺杆转速对两区压力差不显著,其余都达到极显著水平。

3.2 随着加工温度、物料含水量、螺杆转速升高,扭矩、4区压力、5区压力、两区压力差呈大致降低趋势。

3.3 随着喂料速度升高,扭矩、4区压力、5区压力、两区压力差呈现大致升高的趋势。

3.4 下一步还需进行如下工作:对加工的淡水鱼糜膨化产品进行物性分析,研究系统参数之间的相关性和工艺参数对产品质量指标的影响,从而确定挤压膨化工艺,开发淡水鱼挤压膨化产品。

参考文献:

- [1] 应开展低值淡水鱼高效加工研究[J]. 饲料工业, 2003, 24(7): 26.
- [2] MAGHAYDAH S. Utilization of fish processing by-products for nutritional formulation of fish feed[M]. Wisconsin America: The graduate college university of Wisconsin-Stout, 2003: 5.

红枣中齐墩果酸提取工艺的研究

曹艳萍¹, 杨秀利², 薛成虎¹

(1. 榆林学院化学系, 陕西 榆林 719000 2. 济南大学化学化工学院, 山东 济南 250022)

摘要: 对红枣中齐墩果酸的 95% 乙醇提取工艺进行了研究。用 HPLC 法测定齐墩果酸含量, 通过 $L_9(3^4)$ 正交试验, 优选了工业参数。结果表明: 对提取效果影响因素依次为浸提温度>浸提时间>料液比>粒度。最佳提取工艺条件是: 浸提温度 70℃, 浸提时间 3h, 料液比 1:20, 原料粒度 100 目。提取率为 1.581g/kg。

关键词: 红枣; 齐墩果酸; 提取; 工艺

Study on Extraction Technology of Oleanolic Acid in *Zizyphus jujuba* Date

CAO Yan-ping¹, YANG Xiu-li², XUE Cheng-hu¹

(1. Department of Chemistry, Yulin College, Yulin 719000, China;

2. College of Chemical Technology, Ji'nan University, Jinan 250022, China)

Abstract: The extraction technology of oleanolic acid in *Zizyphus jujuba* mill was studied with ethanol as extractor. The contained amount of quercitr was assayed by HPLC. The best conditions were chosen through $L_9(3^4)$ orthogonal test. The results showed the first factor affecting extraction rate was volume percentage of ethanol, and the second and the third ones were temperature and ratio of feed liqued respectively. The best extraction conditions were 70% ethanol as extractant with the granularity of 100 mesh at the temperature of 50 °C for 3 h. The extraction rate was 1.549 g/kg.

Key words *Zizyphus jujuba* dates, oleanolic acid, extraction, technology

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)10-0165-03

红枣(*Zizyphus jujuba* dates), 又名中华大枣、枣、华枣, 为鼠李科枣属植物枣树(*Zizyphus jujuba* Mill)的果实。是卫生部批准的药食兼用品种之一。红枣中含有丰富的糖类、VA、VB₁、VB₂、VC、VP、生物碱、黄酮类物质以及钙、铁、硒、锰等微量元素和多种氨基酸等营养成分, 红枣皮薄肉厚, 香甜脆郁、营养丰富, 素有“木本粮食”、“天然维生素丸”之称, 是一种优质食品。同时为传统中药, 临床应用广泛。具有保肝、护脾、补血、抗肿瘤等作用^[1-2]。

齐墩果酸是红枣的主要活性成分^[2-3]。齐墩果酸又名

土当归酸, 简称 OA。具有降低谷丙转氨酶, 促进细胞再生, 防止肝硬化, 抗炎和强心作用, 是治疗肝炎的有效成分^[4], 近年又证明其具有一定的抗癌活性^[5-6], 且毒副作用小, 安全性高, 有广阔的临床应用前景, 因此受到广泛关注。目前, 以小花清风藤、木瓜、女贞子等为原料提取齐墩果酸工艺的研究已有报道^[7], 但从红枣中提取齐墩果酸的工艺研究还未见报道。本研究从陕北红枣中提取齐墩果酸的最佳工艺条件, 其目的在于为齐墩果酸药物的获得和红枣的开发利用寻找一条新的途径。

收稿日期: 2007-07-19

基金项目: 陕西省科技计划项目(2006K02-G4)

作者简介: 曹艳萍(1958-), 女, 教授, 主要从事天然物质应用方面的研究。

- [3] 何大庆, 曹双俊, 欧阳敏. 浅谈宠物及其饲料市场[J]. 广东饲料, 2003, 12(2): 17-19.
- [4] 金征宇. 挤压食品[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2005.
- [5] JULIAN F, VINCENT V. The quantification of crispness[J]. J Sci Food Agric, 1998, 78: 162-168.
- [6] 安红周, 金征宇, 赵晓文, 等. 机筒温度对挤压工程重组米理化特性

- 和物性的影响[J]. 食品科技, 2005(3): 20-23.
- [7] 赵学伟, 魏益民, 张波. 小米挤压膨化产品的吸湿特性及其对质构的影响[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(3): 87-90.
- [8] 王文贤, 刘学文, 谢永洪, 等. 鸡肉-大米膨化食品双螺杆挤压工艺参数的优化研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 223-226.