

黑莓浓浆饮品的加工工艺研究

赵 龙¹, 卢 慧², 王秀丽², 马 倩³, 张裕中^{1,*}

(1.江南大学机械工程学院, 江苏无锡 214122;

2.江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏无锡 214122;

3.江南大学食品学院, 江苏无锡 214122)

摘 要:以新鲜黑莓全果为研究对象,应用高效剪切技术进行超细制浆,开发出纯天然无添加的黑莓浓浆饮品。通过粒度仪测定浓浆粒度大小,并观察其稳定性,同时测定浓浆粘度。采用单因素实验研究了主要工艺参数对黑莓浓浆品质的影响,实验表明,剪切式粉碎机的静刀片齿数对浓浆的粒度、稳定性和粘度影响最大,其次是转子转速,最后是粉碎循环次数。当转子转速为 8500r/min,静刀片齿数为 216 个,粉碎循环 4 次时,黑莓浓浆品质最好,可满足生产实际需求。所得产品口感滑爽细腻,稳定性良好,粘度适中。

关键词:黑莓全果,剪切技术,加工工艺,浓浆饮品,稳定性

Study on processing technology of the thick pulp beverage of BlackBerry

ZHAO Long¹, LU Hui², WANG Xiu-li², MA Qian³, ZHANG Yu-zhong^{1,*}

(1.School of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2.The Key Laboratory of Food Advanced Manufacturing Equipment and Technology at Jiangsu Province, Wuxi 214122, China;

3.The School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The whole fruit of fresh BlackBerry was studied in this paper. The high efficient shearing technology was applied to the ultra-fine pulping, then the thick pulp beverage of BlackBerry with pure natural and without additives was developed. The Particle Size Analyzer was used to analyze the particle size of the thick pulp, then the stability was observed, meanwhile the viscosity of the thick pulp was measured at last. The influence of the mainly process parameters on the quality of the thick pulp was studied through the experiment of single factor. The experiment showed that the static blade number of the shearing mill impacted most on the thick pulp's particle size, stability and viscosity, next was the rotor speed, the last was the number of grinding cycles. When the rotor speed was 8500r/min, the number of the static blade was 216 and the grinding cycled 4 times, with that the thick pulp had the best quality and met the needs of practical application. The obtained product tasted smoothly and exquisitely, also with fine stability and moderate viscosity.

Key words: the whole fruit of BlackBerry; shearing technology; processing technology; thick pulp beverage; stability

中图分类号: TS255.36

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2014)03-0233-05

黑莓原产于北美,1986 年由位于南京的中国科学院植物研究所首次引入我国,属蔷薇科悬钩子属中的藤本植物,以“高营养、高抗性、无污染、纯天然”等特点被联合国粮农组织(FAO)推荐为当今国际第三代新型特种浆果类品种^[1],黑莓鲜果营养丰富,各种营养成分如表 1^[2]所示。黑莓属于加工型果蔬,随着人们健康意识的逐渐增强,纯天然果蔬汁作为具有一定生理功效的营养饮品越来越受到人们的重视^[3-4]。

如今,黑莓加工中仍存在不少问题,以黑莓汁为

例:观察发现黑莓原料含水量大、粘稠度高、韧性强。若烘干后在进行干法粉碎,产量低、机器磨损大、能耗高。若采取胶体磨或破碎机等传统的湿法粉碎设备进行粉碎加工,所得产品的品质较差,需要采用过滤等工序,加工过程中会产生大量的废弃物——黑莓渣,生产 1 吨黑莓汁将产生大约 250kg 的渣,不仅产量低,而且污染严重。因此,对黑莓渣进行开发和全利用,解决黑莓传统粉碎技术的难题,研制出品质优良的黑莓全果饮品,不仅能省时省力,提高产量,减少环境污染,还可以增加产品的附加值,为企业创效,对促进地方经济和区域性高效农业产业的健康发展具有重要的意义。

本研究基于高效剪切技术^[5],剪切式粉碎机的基本原理是物料在高速运动的动静刀片之间像剪刀一样被剪断,在拉应力、剪应力、研磨力和离心力的综合作用下,物料被粉碎^[6],随后经过静刀片之间的微

收稿日期:2013-07-15 *通讯联系人

作者简介:赵龙(1988-),男,在读硕士研究生,研究方向:食品加工与成套装备技术。

基金项目:江苏省科技创新资金项目(BC2010031)。

表1 黑莓鲜果营养成分含量

Table 1 The nutrients content of the fresh fruits of BlackBerry

含水量 (%)	可溶性固形物 (%)	总糖 (%)	总酸 (%)	糖酸比 (%)	粗蛋白 (%)	维生素 (mg/100g)	矿物质 (mg/100g)	氨基酸 (mg/100g)
85.5	7.5	5.13	1.36	3.77	1.70	12.46	168.65	829.0

小间隙排出。以新鲜黑莓为实验材料,采用高效剪切技术,在不同操作参数下研究了粉碎机转速、静刀片齿数和粉碎实验次数对黑莓浓浆稳定性的影响,确定了最佳的操作参数,为黑莓的全利用和黑莓浓浆饮品的开发提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

新鲜黑莓:“切斯特”品种(南京市溧水县白马镇提供)。

QDWI3000-18 型卧式湿法粉碎机 无锡轻大食品装备有限公司;QDGX-15 型剪切式粉碎机(转子外径为 50mm) 江南大学食品装备工程研究中心与无锡轻大食品装备有限公司联合研制;TCS-100 型电子计价台秤 永康市香海衡器厂;NDJ-5S 型数显粘度计 上海平轩科学仪器有限公司;Mastersizer2000 型激光粒度分析仪 英国马尔文仪器有限公司;E02140 型电子分析天平 梅特勒-托利多仪器上海有限公司;HC-TP11-2 架盘天平 上海精科天平厂;AXTD4A 型台式低速离心机 盐城市安信实验仪器有限公司;LYGDS-150 型恒温恒湿实验箱 鲁毅实验设备(上海)有限公司;试管若干;操作台;不锈钢盆等。

1.2 实验方法

1.2.1 黑莓浓浆的加工工艺流程 黑莓浓浆制备的工艺流程为:新鲜黑莓→筛选→去除杂质→清洗沥干→粗破碎(QDW I 3000-18 型卧式湿法粉碎机循环破碎)→细粉碎(配备不同齿数的 QDGX-15 型剪切式粉碎机)→细腻的黑莓浓浆→取样观察并测试

1.2.2 原料的筛选 以南京白马地区种植的“切斯特”新鲜黑莓为原料。要求黑莓新鲜,色泽鲜艳,干净,少杂质,大小均匀,果实饱满,无异味、无机械损伤等。

1.2.3 黑莓粗破碎 取筛选好的新鲜黑莓放入清水中多次清洗,力度不易过大,以免果实破裂,完毕后沥干水分,称重并取 10kg,用卧式湿法粉碎机进行循环粉碎,循环时间约 2min,粉碎完毕尽快将浓浆引出,以便减少氧化反应的发生。

1.2.4 细粉碎 将粗破碎后的黑莓浓浆放入剪切式粉碎机中进行细粉碎,参考相关资料^[7],设计了单因素实验^[8],剪切式粉碎机的初始操作参数如表 2 所示。实验中,除了被研究因素的取值依据实验方案变动外,其他操作参数均为初始操作值。

1.2.5 黑莓浓浆制作操作要点 由于黑莓破碎后产生的浓浆中含有大量果酸及维生素 C,它们都属于还原酸,很容易发生氧化还原反应,使黑莓浓浆的颜色由紫变黑,因此整个操作过程中,为保证浓浆的品质,减少氧化反应的发生,粉碎过程采用全封闭的管

道式加工系统,取样后应尽快进行观察和测试。

表2 初始操作参数

Table 2 The initial operating parameters

操作参数	转子转速 (r/min)	静刀片齿数 (个)	粉碎循环次数 (次)
数值	7500	206	2

1.2.6 黑莓浓浆的静置稳定性观察 浓浆饮品的静置稳定性也是评价其质量的重要因素,为了研究操作参数变化对浓浆静置稳定性的影响,分别在静刀片齿数、转子转速和粉碎循环次数发生变化时设计了三组单因素实验。通过实验一方面得出了各主要操作参数对浓浆静置稳定性的影响,另一方面也为浓浆饮品在常温下的保藏和应用提供了参考依据。

1.2.7 剪切机的操作参数变化对浓浆各项指标的影响 为了探究转子转速、静刀片齿数和粉碎循环次数对浓浆稳定性、粒度和粘度的影响,设计了如表 3 所示的五组对比实验,其中以浓浆的沉淀率来代表其稳定性^[9],取各组样品,分别测定其粒度和粘度并计算沉淀率,通过观察和计算不同操作参数条件下各条曲线的斜率,来确定它们对浓浆各项指标的影响程度。

表3 操作参数变化对浓浆影响的实验方案

Table 3 The experimental scheme of the operating parameters changes on the pulp

实验组别	操作参数		
	静刀片齿数 (个)	转子转速 (r/min)	粉碎循环次数 (次)
1	180	4000	1
2	200	6000	2
3	206	7500	3
4	216	8500	4
5	222	9000	5

1.2.8 基本指标的测定和计算方法

1.2.8.1 粒度的测定 黑莓浓浆的细度决定了饮品的口感,粒度越细口感也就越滑爽,因此,可用浓浆的细度大小近似代表产品的口感好坏。取浓浆样品约 10mL,放入盛有纯净水的粒度仪测试专用烧杯中,混合搅拌并摇匀,粒度仪分散头的旋转速度设定为 2200r/min。稍候片刻,待黑莓浓浆在纯净水中完全分散均匀之后,仪器的系统分析软件会自动以表格和图像的形式将黑莓浓浆的粒度分布及体积平均粒径 D[4,3] 显示出来^[10]。

1.2.8.2 静置稳定性观察 黑莓浓浆中含不溶性物质时,由于其密度与液体密度不同,在重力作用下,这些不溶性的物质会逐渐沉淀。取粉碎后的浆液约 20mL,放入不同的试管中,静置于恒定温度(10℃)

的环境下,定时观察各个试管的沉淀高度,比较不同工艺条件下黑莓浓浆的稳定性。

1.2.8.3 沉淀率的测定 果汁类饮品中原辅料的配比和加工工艺过程都是造成沉淀的重要原因,如何解决沉淀问题成为研究的关键技术之一。以沉淀率为评价指标,根据实验结果,计算各种不同工艺条件下黑莓浓浆的沉淀率。准确称取一定量的样品溶液(约 20mL),放入离心试管中,离心机设置转速为 1000r/min,离心 10min 后去除上清液,准确称取沉淀质量,计算沉淀率,公式如下^[11]:

$$\text{沉淀率}(\%) = \frac{\text{沉淀质量}}{\text{样品溶液质量}} \times 100 \quad \text{式(1)}$$

1.2.8.4 粘度的测定 采用数显粘度计,选用 3#转子,转速 6r/min,在 10℃ 的恒温环境下,测定不同工艺条件下黑莓浓浆的粘度^[12]。

1.2.8.5 数据统计学分析 为了研究操作参数的变化与浓浆的静置稳定性、粒度、粘度和沉淀率变化之间的关系,根据实验数据绘制曲线图,通过计算数据的标准偏差绘制各条曲线的误差线,最后计算出不同操作参数和浓浆各种指标之间的相关系数 r ,公式如下^[13]:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad \text{式(2)}$$

其中, n 为样品的数量, x 、 y 为不同的变量。 $|r| = 1$ 时,为完全相关, $r = +1$ 为完全正相关, $r = -1$ 为完全负相关; $r = 0$ 时,不存在线性相关关系; $-1 \leq r < 0$ 时,为负相关; $0 < r \leq 1$ 时,为正相关; $|r|$ 越趋近于 1 表示关系越密切,越趋近于 0 表示关系越不密切。

2 结果与分析

2.1 单因素实验结果与分析

2.1.1 剪切机的静刀片齿数对黑莓浓浆稳定性的影响 剪切机的静刀片齿数分别为 180、200、206、216、222 个时,数据如图 1 所示,粉碎机齿数和静置稳定性之间的相关系数 $r_{1h} = 0.859$, $r_{6h} = 0.985$, $r_{20h} = -0.960$,在开始阶段,随着时间的增加,浓浆的稳定性跟齿数变化呈现正相关,并且相关性逐渐紧密。随着剪切机齿数的增加,曲线的斜率逐渐减小,反映了浓浆的沉淀速度减慢。20h 后呈现负相关,且浓浆趋于稳定,最终不同样品的沉淀高度也有所不同。采用 180 齿剪切机加工的浓浆开始沉淀速度最快,最终沉淀高度最高,而 222 齿开始沉淀速度最慢,最终沉淀高度比 216 齿略高一点。分析原因是由于齿数少、粒度大,开始时颗粒重量较大,因此沉淀速度较快,静置后所占体积也较大,因此沉淀高度最高,相反齿数多的剪切机粉碎的浓浆粒度较小,沉淀速度较慢,最终就由于颗粒体积小,沉淀高度低。随着浓浆粒径继续减小,颗粒间产生了一定的团聚现象,致使 222 齿最终的沉淀高度略高于 216 齿。

2.1.2 剪切机的转子转速对黑莓浓浆稳定性的影响 剪切机的转子转速分别为 4000、6000、7500、8500、9000r/min 时,数据如图 2 所示,转子转速和静置稳

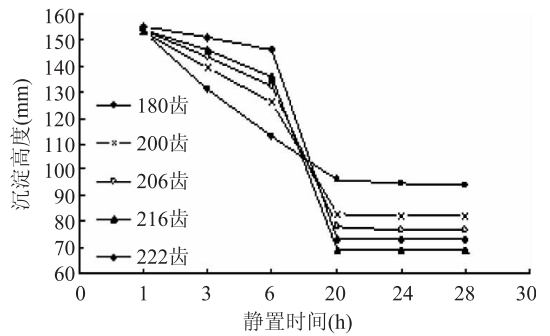


图1 不同静刀片齿数对浓浆稳定性的影响
Fig.1 The influence of different number of static blades on the stability of the BlackBerry pulp

定性之间的相关系数 $r_{1h} = 0.956$, $r_{6h} = 0.975$, $r_{20h} = -0.97$,开始阶段,随着转子转速的提高,浓浆的稳定性跟转速变化呈现正相关,并且相关性逐渐紧密,浓浆的初始沉淀速度逐渐降低,20h 后呈现负相关,沉淀趋于稳定,最终转速为 4000r/min 时,沉淀高度最高,8500r/min 时沉淀高度最低。分析原因是由于,转速越高,相同质量的物料被剪切的次数就越多,浓浆粒度就越小,因此转速为 9000r/min 时沉淀速度最慢,最终沉淀高度也较低。

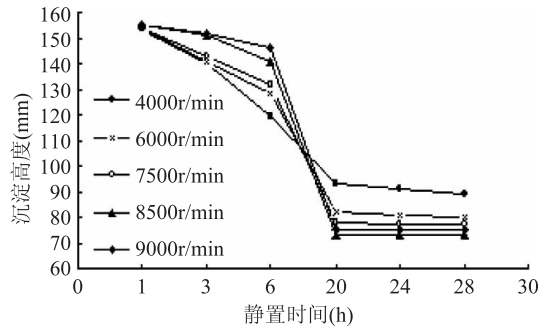


图2 不同转子转速对浓浆稳定性的影响
Fig.2 The influence of different rotor speed on the stability of the BlackBerry pulp

2.1.3 粉碎循环次数的对黑莓浓浆稳定性的影响 黑莓物料的粉碎循环次数分别为 1、2、3、4、5 次时,实验数据如图 3 所示,循环次数和静置稳定性之间的相关系数 $r_{1h} = 0.866$, $r_{6h} = 0.99$, $r_{20h} = -0.935$,开始阶段,浓浆的稳定性跟循环次数变化呈现正相关,并且相关性逐渐紧密,随着循环次数增加,初始沉淀速度减慢,沉淀高度越来越低,20h 后呈现负相关,并趋于稳定,当循环次数为 4 次时,样品的沉淀高度最低,稳定性最好,继续增加循环次数则沉淀高度略有升高。分析原因是由于随着粉碎循环次数的增加,一方面物料被切割次数增加,粒度减小,另一方面在多次循环粉碎的作用下,物料在粉碎过程中吸收了大量的机械能和热能,使较细的颗粒表面具有相当高的表面活化能,粒子处于不稳定状态。颗粒为了降低这些能量使其趋于稳定,往往通过相互聚拢来达到稳定状态。因此颗粒间团聚,粒径变大,沉淀高度升高。

2.2 操作参数变化对浓浆各项指标影响的分析

图 4 反映了操作参数变化与浓浆粒度变化之间

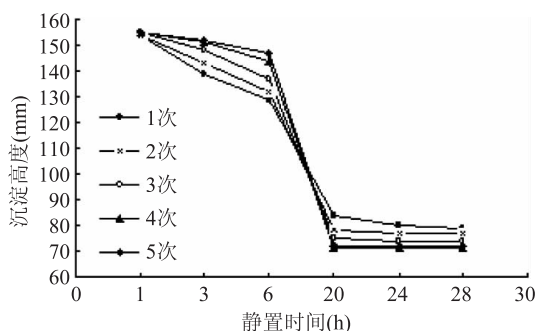


图3 不同粉碎循环次数对浓浆稳定性的影响

Fig.3 The influence of different number

of grinding cycles on the stability of the BlackBerry pulp

的曲线图。由图中数据可得出它们之间的相关系数 $r_{\text{齿数}} = -0.997$, $r_{\text{转速}} = -0.996$, $r_{\text{粉碎次数}} = -0.991$, 因此齿数变化和粒度变化的关系最密切, 也就是影响最大, 其次是转子转速, 最小的是粉碎循环次数, 并且均呈现负相关, 及随着齿数、转速和粉碎循环次数的增加, 粒度逐渐减小。

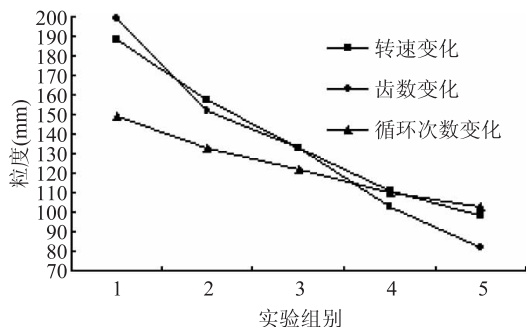


图4 操作参数变化对浓浆粒度的影响

Fig.4 The influence of different mainly process parameters on the particle size of the pulp of BlackBerry

图5反映了操作参数变化与浓浆粘度变化之间的曲线图, 由图中数据可得出操作参数变化与浓浆粘度之间的相关系数 $r_{\text{齿数}} = 0.981$, $r_{\text{转速}} = 0.978$, $r_{\text{粉碎次数}} = 0.972$, 因此齿数变化和浓浆粘度变化的关系最密切, 也就是影响最大, 其次是转子转速, 最小的是粉碎循环次数, 并且均呈现正相关, 即随着齿数、转速和粉碎循环次数的增加, 浓浆粘度逐渐增大。由图中曲线的末端可以看出随着齿数和转子转速的持续增加, 浓浆的粘度有一定程度的下降, 分析原因是由于黑莓颗粒过小, 产生了团聚现象, 使浓浆粒径变大, 粘度降低。

图6反映了操作参数变化与浓浆沉淀率变化之间的曲线图, 由图中数据可得出操作参数变化与浓浆沉淀率之间的相关系数 $r_{\text{齿数}} = -0.973$, $r_{\text{转速}} = -0.964$, $r_{\text{粉碎次数}} = -0.956$, 因此齿数变化对浓浆沉淀率的影响最大, 其次是转子转速, 最小的是粉碎循环次数, 并且均呈现负相关, 及随着齿数、转速和粉碎循环次数的增加, 浓浆的沉淀率逐渐减小。在各条曲线的最后阶段浓浆的沉淀率都略有上升, 其原因也是由于黑莓浓浆的颗粒过小产生了团聚现象, 使沉淀率有所提高。

2.3 产品质量指标

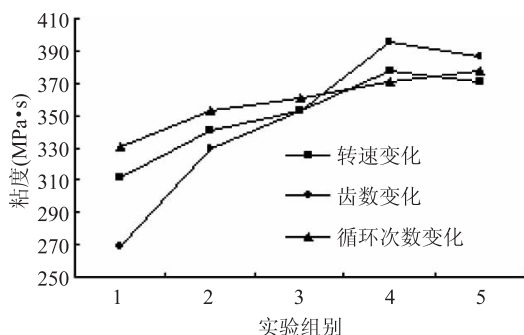


图5 操作参数变化对浓浆粘度的影响

Fig.5 The influence of different process parameters on the viscosity of the pulp of BlackBerry

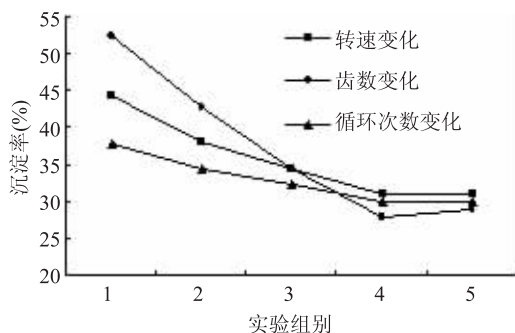


图6 操作参数变化对浓浆沉淀率的影响

Fig.6 The influence of different process parameters on the rate of deposition of the pulp of BlackBerry

通过实验和数据分析表明, 当剪切机的转子转速为 8500r/min, 静刀片齿数为 216 个, 粉碎循环 4 次时, 黑莓浓浆饮品的粒度为 87.494 μm , 粘度为 398MPa·s, 沉淀率为 21.83%, 所得产品静置后的最终沉淀高度为 69mm, 为所有样品中的最低值。因此, 采用此工艺生产的浓浆饮品其粘度、沉淀率、粒度和静置稳定性都较佳。

3 结论

本文运用高效剪切技术加工新鲜黑莓全果, 研制出一种黑莓浓浆饮品, 通过观察黑莓浓浆的静置稳定性以及测量浓浆的粒度、粘性、沉淀率等, 研究了主要工艺操作参数对浓浆的影响。结果表明: 剪切机的静刀片齿数对浓浆的粒度、粘性和稳定性影响最大, 其次是转子转速, 影响最小的是粉碎循环次数, 当剪切机的转子转速设置为 8500r/min, 静刀片齿数为 216, 粉碎循环 4 次时, 浓浆的各项指标都较好。本研究初次将剪切技术应用与黑莓全果的制浆中, 仅从工艺的角度对浓浆的粒度、粘性和稳定性做了分析, 今后还需对浓浆饮品的可溶性固形物含量、营养价值分析、产品接受程度等方面进行深入的分析与研究。本次实验得到的浓浆产品, 其细度可达 87 μm , 完全可以满足生产实际需求, 不仅可以作为鲜榨果汁直接饮用, 也可为进一步的深加工提供更优的选择, 各项工艺操作参数对浓浆粘度和稳定性的影响也可为生产过程提供相关数据参考, 为新鲜黑莓的加工全利用提供更新、更好、更有效的加工方法。

(下转第 240 页)

响应面分析法建立了以发酵到指定程度所需时间为响应值的工艺数学模型,数学模型经过 F 检验和 t 检验,模型的拟合比较好,可以反映面团发酵的实际规律,并在此基础上进行了工艺优化模拟。最佳工艺条件:酵母含量 3.8g,面团中水含量 63.2g,发酵温度 37.7℃,在此条件下面团发酵到所需程度时间最短。研究结果为面团发酵研究和面包的大批量生产提供一定的基础数据和理论参考。

参考文献

- [1] 马勇,宋春芳,崔政伟,等.基于动态密度法对面团发酵的研究[J].食品工业科技,2012,33(14):150-152.
- [2] 肖冬光,刘青.面包酵母发酵力测定方法的研究[J].食品工业科技,2004(11):61-63.
- [3] 李长文,肖冬光,李志勇,等.面包酵母发酵力测定方法的探讨[J].食品与发酵工业,2002,28(11):25-27.
- [4] ELMEHDI H M, PAGE J H, SCANLON M G. Monitoring dough fermentation using acoustic waves [J]. Institution of Chemical Engineers,2003(9):217-224.
- [5] 宋春芳,马勇.一种面团发酵的检测方法及设备:中国,201210002573.9[P].2012-1-06.
- [6] Guillermo G Bellido, Martin G Scanlon. The bubble size distribution in wheat flour dough[J].Food Research International, 2006(39):1058-1066.
- [7] CHIOTELLIS E, CAMPBELL G M. Modelling the evolution of the bubble size distribution[J]. Institution of Chemical Engineers, 2003(9):194-207.
- [8] Guillermo G Bellido, Martin G Scanlon, John H Page. Measurement of dough specific volume in chemically leavened

- dough systems[J].Journal of Cereal Science,2009,49:212-218.
- [9] 吴有炜.实验设计与数据处理[M].苏州:苏州大学出版社,2002.
- [10] 李云雁,胡传荣.实验设计与数据处理[M].北京:化工工业出版社,2008.
- [11] 汪维云,王继先.灰树花液体发酵及多糖提取工艺的优化研究[J].农业工程学报,2007,23(4):276-279.
- [12] 任天宝,马孝琴,徐桂转,等.响应面法优化玉米秸秆蒸汽爆破预处理条件[J].农业工程学报,2011,27(9):282-285.
- [13] 庄海宁,冯涛,金征宇,等.挤压加工参数对重组生产过程及产品膨胀度的影响[J].农业工程学报,2011,27(9):349-353.
- [14] 陈桂芬,宋春芳,崔政伟,等.响应面分析法优化热风微波耦合干燥油茶籽工艺[J].食品工业科技,2012,33(3):272-275.
- [15] Kiany S B, Maria N C, Karlene K M. Optimization of transesterification of castor oil with ethanol using a central composite rotatable design (CCRD) [J]. Fuel, 2010, 89: 1172-1176.
- [16] Shouliang Yi, Yi Su, Benkun Qi. Application of response surface methodology and central composite rotatable design in optimizing the preparation conditions of vinyltriethoxysilane modified silicalite/polydimethylsiloxane hybrid evaporation membranes [J]. Separation and Purification Technology, 2010 (71):252-262.
- [17] 董辰辉,彭雪峰.MATLAB2008 全程指南[M].北京:电子工业出版社,2009.
- [18] 郭红英,董英.麦胚的微细化处理及其蛋白提取工艺优化[J].农业工程学报,2009,25(2):261-265.

(上接第 236 页)

参考文献

- [1] 王玉霞,张超.黑莓的开发与利用[J].西南园艺,2002,30(3):6-7.
- [2] 李维林,孙醉君,郑海燕.黑莓鲜果及其加工品的营养成分[J].天然产物研究与开发,1988,10(1):55-59.
- [3] 王永茂.蔬菜汁的营养与药用[J].家庭中医药,2002(7):56.
- [4] 姜福林,张华,石太渊,等.果蔬饮料现状及市场前景调查报告[J].辽宁农业科学,2003(6):15-18.
- [5] 杨满盈,张裕中.剪切技术在鲢鱼加工副产物超细制浆中的应用研究[J].食品工业科技,2012,33(16):302-305.
- [6] 范天佑.断裂理论基础[M].北京:科学出版社,2003:5-25.
- [7] 夏芸,李辉,张裕中.果蔬谷物皮渣湿法切割粉碎关键参数与相关流场的研究[J].农产品加工·学刊,2011,9(9):79-84.
- [8] 吴有炜.实验设计与数据处理[M].苏州:苏州大学出版社,2002:3-50.
- [9] 魏仲珊,李华丽,邓萍,等.紫薯玉米粒乳酸菌乳饮料生产工艺及其稳定性研究[J].食品工业科技,2012,33(19):

263-267.

- [10] 张茂龙,陈锡春,高青令,等.高速切割技术及其在鲜湿豆渣超细粉碎中的应用[J].食品与机械,2010,26(5):105-109.
- [11] 高晗,高愿军,孙用明,等.红薯乳酸菌发酵饮料的研制[J].食品科学,1998,19(7):62-64.
- [12] 陈剑兵,涂宗财,刘成梅.带肉果蔬汁的粘度特性初探[J].江西食品工业,2004(4):31-32.
- [13] 黄良文.统计学原理[M].北京:中国统计出版社,2000:101-115.
- [14] E Kafkas, M Kosar, N Turemis. Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey [J].Food Chemistry,2006(97):732-736.
- [15] Pankaj S, Chakkaravar thi A, Vasudeva S, et al. Grinding characteristics and batter quality of rice in different wet grinding systems[J].Journal of Food Engineering,2008(88):499-506.
- [16] Pantelidis G E, Vasilakakis M, Manganaris G A, et al. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries [J]. Food Chemistry, 2007 (102): 777-783.