

全文检测报告

基本信息

报告编号: 20230627126150277CF68023F0

文档名称: 蛋白核小球藻破壁与干燥工艺研究

文档作者: 刘朝斌

提交方式: 上传文档检测

提交时间: 2023年06月27日

正文字符数: 10625

检测范围: 大雅全文库

总体结论

文献相似度: 17.1%

去除参考文献相似度: 17.1%

去除本人已发表论文相似度: 17.1%

重复字符数: 1817

文献原创度: 82.9%

单篇最大相似度: 8.21%

单篇最大重复数: 881

最相似文献题名: 小球藻的研究进展

相似片段分布



典型相似文献

相似图书

序号	题名	作者	出处	相似度
1	影响人类生命进程的十大发现	严昶	天津: 天津科学技术出版社, 2014.06	1.9%
2	海洋微藻研究	王培磊	济南: 山东人民出版社, 2015.01	1.23%
3	大学生创新创业基础	罗晓彤;汤咏梅;刘志东;赵齐阳	成都: 四川科学技术出版社, 2018.06	1.18%
4	大学生创新创业指导	牟顺海;王海军;马秋林;姜友维;刘进;张建设	北京: 现代教育出版社, 2014.12	1.18%
5	国家级大学生创新创业训练计划工作手册	国家级大学生创新创业训练计划专家工作组	南京: 东南大学出版社, 2013.06	1.15%
6	生物饵料培养学	成永旭	北京: 中国农业出版社, 2005.08	0.45%
7	藻类固碳 理论、进展与方法	高坤山	北京: 科学出版社, 2014.01	0.42%
8	新食品原料与人类健康	中国农村技术开发中心;国家新食品资源健康产业技术创新战略联盟	北京: 中国轻工业出版社, 2016.03	0.4%
9	海洋生物活性物质	迟玉森;张付云	北京: 科学出版社, 2017.02	0.35%
10	保健食品原理	丁晓雯;周才琼	重庆: 西南师范大学出版社, 2008.02	0.34%

11	五秩春秋 石家庄经济学院建设改革与发展	郝东恒	北京：新华出版社，2003.09	0.24%
12	关爱男性健康	翁富美	上海：上海科学普及出版社，2011.05	0.24%
13	质量专业理论与实务（中级）过关必做1500题	金圣才	北京：中国石化出版社，2009.05	0.22%
14	新时代高等商科教育变革的探索与实践	齐佳音;徐波编;齐佳音	北京：经济管理出版社，2019.10	0.21%
15	化工原理实验	丁海燕	青岛：中国海洋大学出版社，2009.07	0.21%
16	调试和启动	莫国钧;钱纪生;高胜玉	北京：原子能出版社，2000.11	0.21%
17	“设计+”艺术类大学生创新创业人才培养模式及路径	张成龙;李本建;符晗;王洪让	长春：东北师范大学出版社，2018.07	0.2%

相似期刊

序号	题名	作者	出处	相似度
1	小球藻的应用研究进展	单俊秀;张平;刘丽丽	科技风，2010，第1期	8.02%
2	小球藻在动物营养中的应用研究进展	常杰	饲料研究，2016，第2期	1.4%
3	蛋白核小球藻脂溶性化合物的抑菌活性及成分分析	江红霞;郑怡;林雄平	植物资源与环境学报，2003，第1期	0.74%
4	小球藻在食品中的应用研究进展	王宝贝;蔡舒琳;李丽婷;戴聪杰;卢英华	食品工业科技，2017，第17期	0.51%
5	新食品资源小球藻的生理活性与保健功能	胡月薇;史贤明	中国食品学报，2002，第2期	0.49%
6	微藻油脂制备生物柴油上游工艺的研究现状及展望	田兴国;杜伟;刘德华	生物产业技术，2016，第2期	0.48%
7	小球藻破壁技术研究进展	钟韵山;徐仰仓;荆柏林;王晓燕	食品研究与开发，2014，第14期	0.34%
8	小球藻海藻油提取中不同破壁方法的研究	刘圣臣;邹宁;吴电云;孙杰;孙东红	中国食品添加剂，2009，第5期	0.28%
9	偏心叶片式潮汐能发电装置的设计及其仿真	赵帅帅;陈成军;洪军;董志强	科学技术与工程，2014，第8期	0.27%
10	食用菌中麦角甾醇的研究进展	程洋洋;惠靖茹;郝竞霄;黄占旺	食品工业科技，2021，第10期	0.26%
11	1株异养型绿球藻的生长特性及营养价值评价	缪礼鸿;文金丽;邹有红	华中农业大学学报(自然科学版)，2007，第4期	0.25%
12	小球藻异养培养的研究进展	闫海;张宾;王素琴;李雅雯;刘硕;杨帅	现代化工，2007，第4期	0.23%
13	蛋白核小球藻酶法破壁优化及抗氧化活性研究	陈艺煊;刘晓艳;吴德胜;林玉萍;陈濠;刘斌	食品工业，2016，第3期	0.21%
14	低氮胁迫对蛋白核小球藻生化组分和絮凝性能的影响	赵艳;汪成	植物营养与肥料学报，2019，第3期	0.21%

相似报纸

序号	题名	作者	出处	相似度
1	微藻欲谱写健康食材序曲	刘建文	中国食品报，2004.07.18	0.46%
2	我校教师团队获“十三五”国家重点研发计划项目立项		浙江工商大学报，2019.04.10	0.37%

相似网络文档

序号	题名	作者	相似度
1	小球藻的研究进展		8.21%

2	荧光法测定水体中叶绿素的影响因素研究	吕鹏翼	0.64%
3	浙江省教育厅办公室关于报送2016年国家级大学生创新创业训练计划立项项目的通知		0.62%
4	第10章 微藻培养与应用		0.55%
5	异养蛋白核小球藻营养成分分析和免疫活性功能评价	胡月薇	0.49%
6	中南大学大学生创新教育项目申请书		0.49%
7	学校即将启动2008年大学生创新性实验计划项目的申报		0.49%
8	普通小球藻SAG211-12叶绿体全基因组研究	许夏冰	0.37%
9	第13讲微藻培养与代谢产物生产		0.34%
10	小球藻中叶黄素蛋白复合体的分离与功能研究	蔡茜茜	0.34%
11	二种微藻多糖和蛋白质的纯化及部分生物活性研究	陈晓清	0.33%
12	卫生部公告2012年第19号——关于批准蛋白核小球藻等4种新资源食品的公告		0.31%
13	湖南省教育厅		0.31%
14	提取方式对枸杞多糖结构和抗癌活性的影响	周声怡	0.29%
15	四川省教育厅关于申报2009年度思想政治教育研究课题的通知		0.27%
16	异源表达猫爪草酰基- Δ^9 脱氢酶促进烟草及小球藻 ω -7脂肪酸合成	岳敏	0.26%
17	南京中医药大学		0.23%
18	小球藻中 α -葡萄糖苷酶抑制成分的分离纯化及酶动力学研究	刘玉田	0.23%
19	重金属离子对沙角衣藻生长的影响及沙角衣藻提取物的抑菌作用	陈儒	0.22%

全文对比

黑龙江八一农垦大学大学生创新训练项目计划申请书

项目编号

项目名称 蛋白核小球藻破壁及干燥工艺研究

项目负责人 刘朝斌 联系电话 18638139853

所在学院 食品学院

学号 20214051014 专业班级 食工21创新班

指导教师 金丽梅

申请日期 2023年6月24日

起止年月 2023年7月-2024年7月

黑龙江八一农垦大学

一、基本情况

项目名称 蛋白核小球藻破壁及干燥工艺研究

项目级别 省级

项目类型 A类

项目类别 创新训练项目



所属学科 学科一级门：食品科学与工程 学科二级门：食品工程

是否为重点支持领域 是 重点支持领域 绿色环保与固废资源化

项目来源名称 A、学生自主选题，来源于自己对课题的长期积累与兴趣 ☐ B、学生来源于教师科研项目选题 ☐ C、学生承担社会、企业委托项目选题 ☐ D、拔尖专项 ☐ E、竞赛专项 ☐ F、研修专项 ☐ G、其他

选题来源 新农科

起止年月 2023年7月-2024年7月

负责人 刘朝斌 性别 男 民族 汉族 出生年月 2002年4月

学号 20214051014 联系电话 手机：18638139853 邮箱：2029825831@qq.com

指导教师 金丽梅 联系电话 手机：13504595731 职称：正高级 邮箱：jilinwa@126.com

项目简介 蛋白核小球藻含有大量的蛋白质（50%）、不饱和脂肪酸（10%~30%）、碳水化合物（10%~25%），同时含有维生素、矿物质、叶酸等多种成分，具有抗肿瘤、抗辐射、抗病原微生物等作用，是具有广泛应用前景的新型食品资源之一。目前针对蛋白核小球藻营养方面的研究已经相当深入，但蛋白核小球藻体积微小，且细胞壁较厚，因此对小球藻的破壁变的十分困难，另外蛋白核小球藻湿物质含水量大，实用喷雾干燥过程中易出现挂壁现象且干燥成本较高。为解决蛋白核小球藻蛋白核小球藻的破壁和干燥工艺成本高、难度大的问题，本项目拟采取冷冻和机械相结合的方式，通过优化预处理工艺条件，使其更容易通过机械作用进行破壁，从而缩减破壁时间，减少破壁的能量消耗；另外，蛋白核小球藻经破壁后呈粘液状态，难以通过喷雾干燥制备粉体。本项目拟采用平板加热的方法，使蛋白核小球藻在平板上形成薄膜并瞬间干燥后收集，再对其进行粉碎，从而制备出破壁核小球藻粉。通过本项目研究，拟开发出技术可行、工艺流程简便的蛋白核小球藻粉制备工艺路线，并通过现代技术手段对破壁前后的小球藻进行结构表征等，蛋白核小球藻具有较强增殖能力，开发破壁蛋白核小球藻粉，对于扩大优质蛋白质的来源，促进蛋白核小球藻作为新资源食品的发展和利用，开发为人类提高全面营养素的食品等方面，将产生极大的经济效益和社会价值。

负责人曾经参与科研的情况 无

指导教师承担科研课题情况 2019.4-2019.10 畜禽废水膜法处理及运行参数优化（横向课题，主持） 2018.9-2022.9 国家重点研发计划项目“柑橘加工副产物高值化利用研究”（政府间国际科技创新合作重点专项）（参与） 2017.1-2018.4 黑龙江省大庆市科学技术项目“果胶酶和超滤相结合加澄清果汁的工艺研究”（主持） 2014.6-2016.5 黑龙江八一农垦大学博士启动基金项目“纳滤膜回收大豆乳清废水中低聚糖及脱盐效能与机制”（主持）。 2013.9-2015.9 黑龙江省教育厅科学技术研究项目“两性离子纳滤膜的制备及乳清脱盐效能的研究”（主持）。

指导教师对本项目的支持情况 指导教师将对本项目进行全面指导

项目组主要成员 姓名 学号 专业班级 所在学院 项目中的分工

刘朝斌 20214051014 食工21创新班 食品学院 实验设计与实施

郝振宇 2014051009 食工21创新班 食品学院 实验实施

葛娜英 20214051005 食工21创新班 食品学院 实验实施

方金凤 20214051004 食工21创新班 食品学院 数据整理分析

唐佳蕾 20214051020 食工21创新班 食品学院 实验资料整理收集

二、立项依据（可加页）

（一）研究目的和意义 微藻是显微藻类的总称，其具有较高的生长速度和和较高的营养价值，能够广泛应用于能源、医药、食品等诸多领域。蛋白核小球藻作为显微藻类的一种，是具有食用价值的藻类，2012年被国家卫生部批准蛋白核小球藻作为新资源食品。蛋白核小球藻的使用早在上世纪五十年代在中国被用于解决口粮不足的社会问题，现如今随着科技的发展，藻类已广泛用于制造：如各种天然营养保健食品；各种护肤化妆品；医药制剂；鱼、海产及宠物的特别饲料等。用破壁蛋白核小球藻加工成人们直接食用的保健食品或食品添加剂，已成为健康食品的新宠。作为新资源食品的蛋白核小球藻，具有成长繁殖快，生长条件要求低，营养价值丰富，生长地点不受限制等优点。能利用太阳光制造大量有机物，蛋白质含量50%左右，不饱和脂肪酸10%~30%、碳水化合物10%~25%，并含有8种必需氨基酸、丰富的多种维生素，及铁、锌、钙、钾

等矿物质。近几年发现其中含有丰富的绿藻生长因子，具有极高的营养价值。在相同的时间内蛋白核小球藻的亩产量可以达到年产10000斤干粉，而大豆的亩产量500斤已是高产，按照蛋白质含量来算，蛋白核小球藻每年可生产蛋白质5800斤每亩左右相当于33亩大豆的蛋白质产量，除此之外蛋白核小球藻的油脂产量同样远远大于大豆等油料作物；各种营养物质的含量更是位居首位，被称为人类的全营养素。足见其发展前景十分广阔。但是由于蛋白核小球藻相比于其他真核藻类来说比较微小，且细胞壁更加加厚因此对小球藻的破壁变的十分困难，同时因为蛋白核小球藻湿物质含水量大，实用喷雾干燥过程中易出现挂壁现象且干燥成本较高。为促进蛋白核小球藻作为新资源食品的发展和利用，解决蛋白核小球藻的破壁和干燥工艺成本高难度大的问题将是势在必行。

基于上述目的开展蛋白核小球藻破壁与干燥工艺研究的优势在于：项目采用不同的预处理方式在低温下低速研磨，对蛋白核小球藻内部的营养物质基本不造成破坏，具有更高的利用价值。本研究的主要目的在于探索合适的加工处理方式，研究设计改造出具有高效低能耗适用于工业生产的蛋白核小球藻破壁和干燥设备，解决当下微藻破壁与干燥工艺在工业化生产过程中破壁困难、耗能高和难以连续的大规模生产等问题，实现蛋白核小球藻节能高效的破壁与干燥工艺，从而降低以蛋白核小球藻为代表的微藻的加工成本，加快新资源食品的推广。（二）研究内容 1、破壁工艺设计优化 蛋白核小球藻的破壁路线 蛋白核小球藻粉（浓缩液）→经过低温缓慢冷冻预处理→研磨设备→破壁蛋白核小球藻（浓缩液）

（1）实验指标的建立——蛋白核小球藻蛋白核小球藻标准吸光度曲线的测定 为确定机械法进行破壁后蛋白核小球藻的破壁率，项目申请前期也尝试过许多方法，在能看到的方法中大多效果不好，例如通过考马斯亮蓝法通过测定蛋白核小球藻破壁后离心上清液的蛋白质浓度，采用该方法需要进行染色和使用分光光度计测定吸光度值，但是由于蛋白核小球藻本身所含有叶绿素等光合色素的影响导致无法通过此方法测量。如果采用显微镜直接计数法测量会遇到通过研磨和冻融法所得到的破壁液中出现絮凝现象，这是由于蛋白核小球藻细胞壁的主要成分是纤维素和果胶，另外通过破壁释放出来的蛋白质与纤维素果胶之间相互作用形成絮状物沉淀，导致其吸附周围的破壁后的蛋白核小球藻和没有破壁的蛋白核小球藻，使得显微镜下细胞的分布极其不均匀。综合以上发现的问题，我们另辟蹊径，采用测定破壁后离心上清液中光合色素的吸光度，通过测定光和色度的浓度简介表征蛋白核小球藻的破壁率。具体方法如下：首先称取一定量的蛋白核小球藻，夹水使其粘稠状态，取0.1毫升加水到10毫升使用显微镜进行血球计数板计数法计算出原液浓度，采用超声细胞破碎仪超声条件：10min,25KHz超声强度 $3.2 \times 10^7 W \cdot m^{-3}$ 使得蛋白核小球藻完全破碎，取5毫升加入蒸馏水到50毫升进行离心，离心后取上清液在分光光度计中测定紫外吸光度的值，由此可以计算出平均每个蛋白核小球藻的色素浓度C，后续通过此方法可以大大加快实验的进程，精度更高更加快捷（2）蛋白核小球藻的预处理条件的确定 通过采用控制变量法，系统的测定浓缩液浓度、冷冻温度、冷冻时间、浓缩液添加物等条件对相同研磨手法和研磨时间蛋白核小球藻破壁率的影响。从而根据数据确定最佳的预处理条件，为后续的破壁工艺的改造提供基础。（3）单因素实验 主要研究研磨机械各项参数对蛋白核小球藻破壁率的影响/研究研磨设备的表面材料、表面纹路以及设备的转速、及作用压力对蛋白核小球藻破壁率的影响。研磨设备的表面材料分别以不同型号的砂布、磨刀石、以及不同型号的磨砂片等；研磨的表面的纹路分别为螺旋纹、单线纹、双线纹、不规则纹、震荡纹等；研磨压力可以分为5N、10N、15N、20N进行；研磨速度设置0.1m/s、0.2m/s、0.3m/s、0.4m/s、0.5m/s等条件，测定其吸光度，研究上述实验条件对蛋白核小球藻破壁率的影响 评价指标 小球藻原液浓度：通过显微镜血细胞计数板进行计数，运用公式 浓度=计数室小球藻个数/计数室体积×稀释倍数 求得原液中小球藻的浓度。离心上清液色素浓度：使用分光光度计测定破壁后离心上清液吸光度值，对比标准吸光度曲线得到色素浓度。破壁率：已知上清液色素浓度通过公式 破壁率=测定的上清液色素浓度/平均单个小球藻细胞的色素浓度×小球藻原液浓度×100% 计算得到破壁率。（4）正交试验 为了探讨蛋白核小球藻破壁的最佳工艺条件，根据单因素实验结果，筛选影响显著的几个因素，如果研磨表面的纹路、作用压力、研磨材料、研磨速度等因素进行正交试验设计，试验指标为破壁率，研究各个因素之间的相互作用以及对破壁率指标的影响因素顺序，优化蛋白核小球藻破壁的最佳工艺条件

（5）蛋白核小球藻破壁工艺数学模型的建立 选定预处理条件、研磨材料、纹路后需要的确定的就是研磨设备转动的速度、研磨时间及作用力的大小。转速和研磨时间本质上是确定冰封状态的蛋白核小球藻浓缩液在研磨材料表面所走过的路程，确定研磨压力是为了保证在研磨过程中冰块不会快速的融化而降低研磨的效果。为了能够使冰被研磨破碎，而非由于摩擦生热而引起的融化，计算冰表面与研磨材料表面的滑动摩擦因数，通过 $Q_f = \mu F N x$ 计算出因摩擦而产生的热量，以及两平面接触的传热系数，以此通过运用数学建模以及计算机模拟快速的求解出合适的转速研磨时间以及作用的压力。（6）破壁设备机械图纸及三维模型的设计 通过上述的实验过程所确定的各项参数，进行机械设计部分，采用SOLIDWORK进行三维建模，通过计算机进行仿真模拟，验证前期实验的正确性以及设备的可靠性，并进行成本处理量及能耗的核算。2、干燥

工艺设计 蛋白核小球藻的干燥路线 蛋白核小球藻离心浓缩液→转入干燥托盘→传动进入隧道干燥机→转入粉碎机→成品蛋白核小球藻粉（1）干燥时间及干燥温度的确定 进行隧道干燥实验，通过实验求取蛋白核小球藻的干燥速率曲线，进行单因素实验，设置温度30、35、40、45、50 单位？选择合适的温度和干燥时间，在保证蛋白核小球藻不失活的情况下得到干燥产品。（2）干燥设备机械图纸及三维模型的设计 通过上述的实验过程所确定的各项参数，进行机械设计部分，采用SOLIDWORK进行三维建模，通过计算机进行仿真模拟，验证前期实验的正确性以及设备的可靠性，并进行成本处理量及能耗的核算。（三）国、内外研究现状和发展动态 蛋白核小球藻为绿藻门（Chlorophyta）、绿藻纲、绿球藻目

（Chlorococcales）、蛋白核小球藻（Chlorella）属球形、普生性一般为聚集成群的单细胞绿藻，是第一种进行人工培养的微藻。蛋白核小球藻比表面积大，光合效率高，含有多糖、蛋白质、细胞色素、不饱和脂肪酸和生长因子等多种丰富的营养物质，是一种有重要意义的藻类，具有广阔的开发利用前景，受到各国研究者的青睐。在食品领域，蛋白核小球藻有高含量的维生素如C、A、B，矿物元素钙、钾、铁、蛋白核小球藻特殊的细胞生长因子，还含有高达50%左右的粗蛋白。目前人们重视蛋白核小球藻在健康食品方面的应用，开发出了如酶解蛋白核小球藻健康饮料、蛋白核小球藻豆腐、蛋白核小球藻胶囊等。蛋白核小球藻在医药方面的应用研究：1、郑怡、余萍等从蛋白核小球藻藻粉中分离纯化出了蛋白核小球藻的凝集素（CPL），经实验鉴定对兔、绵羊及鸽子的红细胞有凝集作用（郑怡等，2003）。蛋白核小球藻含有丰富的蛋白质，可以作免疫激活剂具有抗肿瘤作用。汪炬等将蛋白核小球藻提取物CE作用于动物肿瘤肉瘤细胞和肝癌HCA腹水瘤，发现CE对这两种细胞有较重的杀伤力（汪炬等，2004）。蛋白核小球藻生长因子（Chlorella Growth Factor, CGF）又称蛋白核小球藻精，可以提高机体的抵抗力和抗感染能力，还

能防治胃溃疡、高血压和心血管等疾病。蛋白核小球藻具有抑制脂肪吸收和刺激高脂食品排泄的作用，可用于防治包括高血脂症在内与脂肪过剩有关的各种疾病。近年来的研究表明，许多微藻中含有对其他微藻、细菌、真菌、病毒或原生动物有毒性的抗生素物质。据报道蛋白核小球藻细胞内也含有类似抗生素。江红霞等从蛋白核小球藻中提取脂溶性化合物，进行了抗细菌和抗真菌活性实验，表明此脂溶性化合物的粗提物对真菌的抑制活性明显大于对细菌的抑制活性（江红霞等，2003）。韩春然等研究了圆形蛋白核小球藻异养培养的最佳生长条件和发酵生产叶黄素的条件为产生叶黄素的最佳条件是BG-11培养基中葡萄糖浓度10g/L，尿素浓度0.5g/L，培养基初始pH7.0，28℃下培养，叶黄素可以达到1.45mg/g，认为高细胞浓度培养蛋白核小球藻生产叶黄素是可行的（韩春然，2007）。目前对蛋白核小球藻的绝大多数研究是在于其应用的研究，常见的是利用蛋白核小球藻制备绿藻生长因子，一种由美国科学家发现，且经过实验证明其对人体细胞个损伤组织具有很强的回复效果的物质，其次就是通过蛋白核小球藻去提取油脂，还有就是作为保健品或者食品添加剂与面粉掺杂制作绿藻面包，以及在生物、医药、能源、环保、养殖等诸多领域都有很大的应用空间。但是关于蛋白核小球藻及微藻破壁技术与方法的研究并不太多。而且主流的破壁方法固定，主要有机械法研磨破壁、超声波空化作用破壁、水力空化法利用高速流体的剪切力破壁、反复冻融法以及酶解法高压均质法等破壁技术。首先介绍机械法破壁，现有的机械法破壁有两种挤压研磨和球磨机研磨，在实际的生产中机械法破壁面临着高能耗以及低破壁率的问题，目前来说常规的生产厂家大都采用球磨机进行破壁，通过球磨机内磨料（钢珠或玻璃珠石英砂等）的相互碰撞对小球藻进行挤压破壁。在机械研磨的过程中高速的摩擦会导致蛋白核小球藻细胞中不稳定的营养物质丧失，甚至如果控制不好甚至会出现原料焦糊的情况，但是由于机械研磨法具有单次处理量大、设备价格低廉、维修维护简单等优点，所以机械研磨依旧是现在工业中常用的破壁手段。超声破壁技术，超声破碎原理是一种利用超声波的高频振动来破碎物质的技术。超声波是一种高频振动，其频率通常在20kHz以上，可以产生高强度的机械振动，这种振动可以穿透物质并产生剪切力和压缩力，从而破碎物质。超声破碎技术的优点是破碎效率高、操作简单、无需添加化学试剂、对环境无污染等。但是，超声破碎技术也存在一些缺点，如破碎过程中会产生热量，可能会影响物质的性质；超声波的频率和振幅需要精确控制，否则会对物质产生不良影响。另外对于使用超声破壁技术消耗的能量也比较多，北京化工大学程贺测定超声波破壁能耗为14MJ/kg，但是由于超声破壁难以放大，并且处理量小，无法连续生产，因此不适合作为蛋白核小球藻工业破壁的方式。水力空化是一种的水动力学现象。液体通过骤然收缩的管道，出现低压、高流速的状态。液体中原来的气泡在低于液体饱和蒸汽压的环境下，迅速膨胀，随后在高压、低流速的环境中，发生崩溃、塌陷，时生冲击波瞬间压力能达到100-5000atm，产生温度达到500-15000K的极端物理环境，在很短时间里放出大量能量，可用于破坏微藻细胞的细胞壁。美国Hydro Dynamic公司已经开始运用水力空化技术大规模处理生物质。水力空化或许是来解决破碎和提取问题，较有前途的微藻前处理方式。应用水力空化法，虽然耗能很低，但是由于其生产工艺难以放大，处理过程物理条件极端，因此不适合蛋白核小球藻内部营养物质的保存，在超高的压强和瞬时温度下，绝大本分活性物质会失活，因此这种方法只适用于提取油脂这类稳定性高的物质而破壁。目前参与这种方法研究的最多。反复冻融法是利用在低温环境下，细胞内环境中绝大多数水形成冰晶，冰晶的形成产生了内部的膨胀压，从而使蛋白核小球藻细胞产生机械损伤，同时细胞中中没有被冻结的细胞液，再继续冻结的过程中，细胞内溶液的渗透压升高，在溶解的过程中发生细胞吸水膨胀使得蛋白核小球藻细胞破碎。反复冻融法适用于高藻密度破壁，能耗低，操作简单，不会引起外界污染，对产品品质影响最小，适合大规模生产实用，但是耗费时间过长，效率不高。本项目研究将冻融法与机械研磨法相结合，利用机械作用扩大冰晶对蛋白核小球藻的刺破作用，同时冰封状态对蛋白核小球藻起到固定作用便于研磨，从而大大提升破壁效果，减少能量消耗，缩短破壁时间。酶解法通过使用纤维素果胶酶对蛋白核小球藻细胞壁进行分解，就目前的报道来说，实验效果不如机械破壁，且加入酶制剂成本增加引入新的杂质。处理上述方法外，查找到跟本项目相似的做法，如同样进行冰冻，将冰冻状态下的蛋白核小球藻放入高压均质机中进行处理，得到的破壁率能达到90%以上，但是采用高压均质机会面临设备易损坏，维护麻烦，等诸多不便。因此在市面上并没有出现这类机械。对于干燥方面，能找到的大多数文献都在研究蛋白核小球藻的喷雾干燥方式和真空干燥方式。现有的研究成果中表明在进行喷雾干燥过程中蛋白核小球藻和其他藻类大多会出现挂壁现象，（指蛋白核小球藻喷雾被黏连在喷雾干燥器内壁）使得喷雾干燥设备难以清理，喷雾干燥的效果大大降低，研究内容以加入哪些物质能够提高蛋白核小球藻的喷雾干燥速率同时减少挂壁现象的产生。另外也有采用真空干燥的方式，并且测量了真空干燥、水热干燥、烘箱干燥三种方式的干燥曲线，根据实验数据发现达到湿基含水量百分之十都需要两个小时左右的时间。但是就目前的行业加工来说，依旧主要以喷雾干燥为主。（四）创新点与项目特色 创新点 1.项目研究蛋白核小球藻的破壁技术，从破壁入手，通过改变传统破壁思路，采用冻融法和机械研磨（直接研磨）相结合的办法，取消融化过程大大缩短破壁时间同时提高破壁效率减少能量消耗，并且将内部的营养物质的损失降到最小，达到能够适用于大规模生产的连续化破壁技术，降低生产成本，提高生产效率。2.本项目破壁技术所要设计的设备对材料要求不高，操作过程没有高温高压环境，结构简单、可靠性高、造价低、且设备适用性广。3.项目研究蛋白核小球藻的干燥技术，通过改变干燥方式，不采用喷雾干燥避免挂壁现象的产生，利用具有黏连的性质，将其置于平板上行成薄层，通过热风进行干燥。能够大大提升干燥速度同时相比于喷雾干燥所需要的占地面积减小。能实现连续性，适合大规模生产使用。优化破壁干燥工艺 项目特色 本项目立足国家绿色环保与固废资源化发展战略，优化破壁干燥工艺，达到节能高效的生产目的。研究将微藻破壁技术中最难破壁的蛋白核小球藻作为研究对象，研究适用性广，研究方法现先进，采用数学建模的方法，大幅度提升了实验的效率，减少不必要的重复实验。后期项目科研成果与生产结合相对容易，为企业提供一条高效的生产加工工艺。同时促进蛋白核小球藻作为新资源食品的发展，具有一定的社会效益。（五）技术路线、拟解决的问题及预期成果 技术路线：破壁方向 干燥方向 拟解决的问题 1.传统破壁过程中温度等物理条件剧烈会引起小球藻内部营养物质流失、球磨机破壁效率低、破壁效果差、破壁耗能高、反复冻融法耗时时间长的的问题。因此本项目将会着手上述几个问题，通过将反复冻融法与机械研磨法相结合的方式设计出低温高效节能的破壁工艺以及破壁设备 2.小球藻在干燥过程中由于水分含量大，因此干燥耗时长，干燥耗能高，本项目通过改变干燥工艺，预计设计实验分别采用热风干燥和真空干燥的方式对最后的实验结果进行比对，选择处最合适的加工工艺，并设计出对应的干燥工艺。预期成果 通过本课题研究，预期取得如下成果：能够设计出一台破壁设备和一台干燥设备的图纸；能够建立关于破壁与干燥工艺的数学模型；改造破壁蛋白核小球藻粉的生产工艺，获得最佳制备工艺；参加科技竞赛2项，其中1项为省级以上竞赛；省级以上刊物发表研究论文2-3篇（其中核心期刊上发表研究论文1篇）；申请实用型发明专利1-2项；完成项目研究报告1份。（六）项目研究进度安排 2023年7月-8月完

成蛋白核小球藻破壁率标准吸光度曲线的测并完成，蛋白核小球藻预处理条件的确定。2023年8月完成研磨表面材料的选择，并测定其功摩擦因数。2023年9月-12月完成研磨边设备数学模型的建立，并计算研率的时间、温度，压力的导重要参数的计年，**并进行干燥实验，测定其干燥曲线，和干燥速率曲线**，通过实验得到最合适的干燥温度。并进行破壁和干燥方面论文撰写。2024年1月—3月完成破壁设备的图线纸设计，**并建立三维模型进行计算机仿真模拟实验，对设备可靠性进行评估**。2024年4月。根据图线加工组装破壁设备模型机，使用模型机进行实验调试，对设备可靠性进行评估及能耗计算。2024年5月-8月完成干燥设备的图线及三维模型的设计进行仿真模拟。（七）已有基础 1.与本项目有关的研究积累和已取得的成绩 本项目在2023年4月至5月进行破壁部分的初步试验，采用显微镜观察到蛋白核小球藻细胞，并通过显微镜观察进行破壁后蛋白核小球藻的状态，初步粗略的计算出破壁率的大小。实验过程中，我们将通过培养得到的蛋白核小球藻培养液抽取部分后进行显微镜计数得到每毫升培养液中蛋白核小球藻的数量，随后我们将通一瓶发酵液的蛋白核小球藻分装进入一次性塑料杯中，放入-20摄氏度的冰箱中进行冰冻，四小时后取出，将冷冻得到的冰块分成两部分一部分放入恒温电热锅中进行融化，一部分进行研磨，由于实验室没有合适的研磨设备，因此购买了一把锉刀（材料为钢，比表面纹路为双齿纹），采用手动研磨的方法进行操作，将冰块放在锉刀上进行研磨，收集研磨后的液体。在显微镜下进行观察，发现通过锉刀进行研磨的蛋白核小球藻液中出现大量比正常蛋白核小球藻小的白色亮点，亮点形状与开始观察到的蛋白核小球藻中的亮点类似，并且少部分亮点出现融合现象，加入洗洁精后发现几乎所有亮点消失，溶液粘稠度增大，絮凝现象减少，蛋白核小球藻在溶液分散均匀，随后进行显微镜计数，发现一次冻融的破壁率达到79%（这个数据有些许偏差，操作时冰块握在手中，有一半的液体不是研磨出来的而是融化得到的，因此实际的破壁效果应该大于这个数据），而经过一次的冷冻破壁率在40%左右，说明通过锉刀的研磨作用使得蛋白核小球藻的破壁率大幅提升。这部分实验一定程度上证明项目方法的正确性。另外，在初步实验的过程中发现，冰块在进行研磨的过程中，摩擦接触的平面滑动摩擦力发生改变。可能的原因是由于冰块温度过低（零下20摄氏度）研磨过程中速度过快，导致摩擦产生的冰晶将研磨纹路填平使得滑动摩擦因数下降。因此在后续的实验过程中，需要衡量良好温度和压力，通过摩擦热和融化热的计算，得到合适的冷冻研磨的温度，从而能够进一步提高破壁效率。下图是初步实验过程中的部分记录图片。（八）已具备的条件，尚缺少的条件及解决方法 已具备的条件：本项目组成员目前已查阅了大量的文献，对蛋白核小球藻的制备工艺、检测指标，开发利用现状等都有了充分的了解和掌握，**已经制定了详细的试验计划，并进行了单因素试验**。优化了实验方向，通过初步的冷冻研磨破壁实验，目前的研究结果表明本研究的工艺路线可行，能够得到破壁的蛋白核小球藻。另外，项目组成员都是食品科学与工程创新人才班的同学，具备坚实的专业基础，且都对本项目具有浓厚的兴趣，积极查找资料并在试验室进行试验。特别是刘朝斌同学，**同学参加全国大学生数学建模大赛并获得省赛二等奖的成绩**，对本项目数学建模过程有很深刻的认识。该项目的参与经历积攒了丰富的研究经验，为本课题的顺利开展提供了有利条件。指导教师一直从事食品科学与工程学科的相关研究，目前已指导完成省级大创项目“几种富含纤维类果蔬脆片的加工工艺研究”，发表核心A类期刊论文1篇，省级期刊2篇，并获得省级竞赛3等奖。另外，指导教师具有坚实的专业基础，一直从事果汁澄清、色素提取等相关研究工作，完成了果汁澄清方面的大庆市指导课题的研究，对果汁的性质及加工特性、酸奶的胶体性质等比较熟悉，这些条件将有利于指导本课题的顺利开展。缺少的条件：实验材料蛋白核小球藻在项目开始之前采用的养殖方法，但是由于学校条件有限，养殖方案在实行了一个多月后无法进行下去。所以后续项目打算采用现成的未进行破壁的蛋白核小球藻粉作为破壁材料，依托于网上购买 还有就是缺少实验使用的研磨材料，需要多种材料多种表面纹路，进行实验，因此不仅仅需要在网上进行购买材料，还需要能够加工表面纹路的工具。

三、经费预算

开支科目 预算经费（元） 主要用途 阶段下达经费计划（元）

前半阶段 后半阶段

预算经费总额 10000.00 论文出版、零件购买、材料购买 10000.00

1. 业务费 7000.00 设备评估，论文的审稿及版面费 7000

(1) 计算、分析、测试费 1000.00 设备评估 1000.00

(2) 能源动力费

(3) 会议、差旅费

(4) 文献检索费

(5) 论文出版费 6000.00 论文的审稿及版面费 6000.00

2. 仪器设备购置费

3. 实验装置试制费 2000.00 购买零件用于组装项目模型机 2000.00

4. 材料费 1000.00 蛋白核小球藻及各种研磨材料和购买加工工具制作机械模型的材料和工具 1000.00



学校批准经费

四、项目组成员签名

五、指导教师意见

导师（签章）： 年 月 日

六、院系大学生创新创业训练计划专家组意见

教学负责人（签章）： 年 月 日

七、学校大学生创新创业训练计划专家组意见

负责人（签章）： 年 月 日

125

24 25

说明：

- 1.文献相似度 = 送检文章中与检测范围所有文献的相似字符数/送检文章正文字符数
- 2.去除参考文献相似度 = 送检文章中检测范围所有文献（不包括参考文献）的相似字符数/送检文章正文字符数
- 3.去除本人已发表论文相似度 = 送检文章中与检测范围所有文献（不包括自引）的相似字符数/送检论文正文字符数
- 4.单篇最大相似度：送检文章与某一文献的相似度高于全部其他文献
- 5.正文字符数：送检文章正文部分的总字符数，包括汉字、非中文字符、标点符号、阿拉伯数字（不计入空格），正文不包括关键词、目录、图片、附录、参考文献等

