

分类号

密级

硕士学位论文

题目： 小麦胚芽蛋白饮料的研究与开发

英文并列题目： Studies on the Protein Beverage of Wheat
Germ

研究生： 王晓英 专业： 粮食工程

研究方向： 粮食资源的开发利用

导师： 姚惠源 教授

学位授予日期： 95 年 月

无锡轻工业学院

地址：无锡市青山湾

年 月 日

摘要

以制粉加工业副产品小麦胚芽为原料,开发研制符合人们生理健康的植物蛋白饮料,主要从麦胚原料的基础研究,麦胚饮料的生产工艺,麦胚饮料的稳定性、风味及其产品分析等方面作了系统的研究。在麦胚原料的基础研究中,首次测定了麦胚蛋白分散性指数 $PDI=55.90\%$;麦胚蛋白等电点 $PI=4.7$;麦胚蛋白热变性温度 $T_d=77.7^{\circ}\text{C}$,峰温 $T_p=116^{\circ}\text{C}$;麦胚蛋白乳化能力指数 $EAI=20.33\text{m}^2/\text{g}$,乳化稳定指数 $ESI=2.67\text{hr}$;为麦胚制作蛋白饮料提供了理论依据。在麦胚饮料的生产工艺研究中,一方面采用单一、正交试验确定了全浆胶磨的生产工艺,及其最适工艺参数:浸泡温度 80°C ,浸泡时间 10min ,与去离子水的料液比 $1:12$,其中浸泡温度为最主要的影响因素;另一方面,提高麦胚利用率的研究结果表明:渣子二次胶磨和添加乳化剂胶磨为提高原料利用率的简单有效方法。在麦胚饮料的稳定性研究中,主要研究了其热稳定性和乳化稳定性。热稳定性的研究结果表明:电解质的加入降低了饮料的抗热凝结性,且高价离子的作用大于低价离子的作用。在乳化稳定性的研究中,尝试采用浊度法来研究饮料的乳化稳定性,来选择饮料的乳化稳定剂;并通过单一、正交试验来选择乳化剂和增稠剂,结果表明:浊度法是一种简单有效的评价麦胚饮料稳定性的快速方法;HLB13的乳化剂对SE-15和单甘酯为麦胚饮料中合适的乳化稳定剂;乳化剂对Span60和Tween60、增稠剂亲水性胶体均引起麦胚饮料的不稳定。在麦胚饮料风味化合物的研究中,首次采用GC-MS分离鉴定麦胚饮料中豆腥味和高压杀菌异味的挥发性风味化合物,并探讨了豆腥味、高压杀菌异味的形成机理,结果表明:豆腥味主要是由于油酸、亚油酸等不饱和脂肪酸经脂肪氧化酶的氧化分解产生的,高压杀菌异味是由于麦胚奶液受到剧烈的热处理而产生的。在麦胚饮料的产品分析中主要检测了其氨基酸组成、脂肪酸组成及部分维生素矿物质组成,结果表明:麦胚饮料基本上保留了麦胚原料中的大量营养成分。由麦胚饮料的成本利润估算结果表明:开发麦胚饮料在经济上是可行的。因此,麦胚制成具有营养保健作用的麦胚饮料,是麦胚综合利用的一条有效途径,具有推广应用的实际价值。

关键词:小麦胚芽 蛋白饮料 稳定性 风味

Abstract

Wheat germ, a by-product of flour milling, was developed to produce healthy protein beverage. A systematic study was made, which involved with the elementary study of wheat germ, the production technology of wheat germ juice, the stability and flavour of wheat germ juice, and etc. At first, some properties of wheat germ protein were firstly determined, and the results were: PDI=55.90%; PI=4.7; $T_d=77.7^{\circ}\text{C}$, $T_p=116^{\circ}\text{C}$; EAI=20.33m²/g, ESI=2.67hr. Secondly, the fully grinding technology was studied in the production of germ juice. The most important parameter was soaking temperature, and the optimum conditions were: soaking temperature 80°C, soaking time 10min, and the ratio of material to water 1:12. Furthermore, grinding of germ dregs and grinding with emulsifiers were studied to improve the germ utilization ratio. Thirdly, the heat stability and emulsifying stability of germ juice was also studied. The addition of salts decreased heat stability. The turbidimetric technique was introduced to study emulsifying stability, and to choose emulsifiers. The optimum HLB of germ juice was 13. The emulsifying stability increased with the addition of SE-15 and glycerin monostearate, but decreased with the addition of Span60 and Tween60. Hydrocolloids, such as xanthan gums, Na-CMC, and etc., gave lower stability than controls. Fourthly, the off-flavours of germ juice were firstly isolated and identified by GC-MS. The off-flavours were primarily due to the oxidation of unsaturated fatty acids catalysed by lipoxygenase, and the violent heating of germ juice. At last, the results of product analysis and business accounting showed that the development of healthy wheat germ juice was practicable. So it is an effective way of comprehensive utilization for wheat germ to develop healthy protein beverage.

Key words: wheat germ protein beverage stability flavour

目录

中英文摘要

第一章 前言	1
1.1 麦胚的概述	1
1.1.1 麦胚的概念	1
1.1.2 麦胚的营养价值	1
1.2 选题依据	4
1.3 课题的目的和要求	5
第二章 麦胚制作植物蛋白饮料的基础研究	6
2.1 引言	6
2.2 试验材料与设备	6
2.3 试验方法	7
2.4 试验结果与讨论	10
2.5 小结	13
第三章 麦胚蛋白饮料生产工艺的探索	14
3.1 引言	14
3.2 试验材料与设备	14
3.3 试验方法	14
3.4 结果与讨论	15
3.4.1 麦胚蛋白饮料生产工艺的确定与优化	15
3.4.2 麦胚蛋白饮料生产中提高原料利用率的研究	21
3.5 小结	22
第四章 麦胚蛋白饮料稳定性的研究	23
4.1 引言	23
4.2 试验材料与设备	23
4.3 试验方法	23
4.4 结果与讨论	25

4.4.1 麦胚蛋白饮料热稳定性的研究	25
4.4.2 麦胚蛋白饮料乳化稳定性的研究	26
4.4.2.1 麦胚蛋白饮料不稳定的原因分析	27
4.4.2.2 麦胚蛋白饮料的稳定化	28
4.5 小结	41
第五章 麦胚蛋白饮料风味化合物的研究	42
5.1 引言	42
5.2 试验材料与设备	43
5.3 试验方法	43
5.4 结果与讨论	44
5.4.1 麦胚饮料豆腥味产生原因的探讨	44
5.4.2 麦胚饮料高压杀菌异味产生原因的探讨	47
5.4.3 异味的抑制去除与掩蔽	48
5.5 小结	48
第六章 麦胚蛋白饮料的产品分析与经济核算	49
6.1 引言	49
6.2 试验材料与设备	49
6.3 试验方法	49
6.4 结果与讨论	50
6.4.1 麦胚蛋白饮料的产品分析	50
6.4.2 麦胚蛋白饮料的经济核算	53
6.4.2.1 产品成本利润估算概要	53
6.4.2.2 产品成本利润估算	53
6.5 小结	54
结论	55
致谢	56
参考文献	57
附录	60

第一章 前言

1.1 麦胚的概述

小麦胚芽是面粉加工业的副产品,是小麦籽粒的精华,可广泛应用于各种营养、保健、疗效食品中。迄今为止,已有许多食品科学者对麦胚的营养价值及其开发应用作了大量的研究,并且还在不断地对麦胚进行深入的研究与应用。

1.1.1 麦胚的概念

小麦籽粒是由皮层、胚乳和麦胚三个主要部分所组成,各部分的比例是:皮层14%,胚乳84%,麦胚2%^[1]。麦胚位于小麦籽粒背面基部的皱缩部分内,长度约占籽粒长度的四分之一到三分之一^[2],由盾片、胚轴和外胚层所组成,胚轴部分包括:胚芽鞘、胚芽、胚根、胚根鞘和根冠^[3]。一般所说的小麦胚芽泛指麦胚,而在小麦制粉加工中分离出来的麦胚,由于混入了其毗邻的胚乳和麸皮,以及丢失了麦胚本身的一部分,而变得不纯。因此,本文所讨论的麦胚并不是纯粹意义上的麦胚,而是作为制粉工业副产品的麦胚。

1.1.2 麦胚的营养价值

小麦胚芽是小麦籽粒的生命源泉,在整个麦粒中所含营养最高。它含有生命源的蛋白质,热源的脂肪,人体不可缺少的多种维生素和矿物质,以及谷胱甘肽、棉籽糖、胆碱等多种具有保健疗效作用的特殊营养成分。

(1) 麦胚的一般化学组成

表1.1 小麦胚芽的一般化学组成成分(g/100g麦胚)^[4]

水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	粗纤维	灰分
9.5-11.5	27-30	9-10.5	40-47	2-2.2	4-5

(2) 麦胚中的蛋白质

小麦胚芽含有丰富而优质的蛋白质,含量高达30%左右。从表1.2蛋白质必需氨基酸的构成比例对照可以看出,麦胚蛋白质必需氨基酸的构成比例与FAO/WHO颁布的模式值,与大豆蛋白质必需氨基酸的构成比例基本接近。从表1.3蛋白质的营养指标对照可以看出,麦胚蛋白的营养价值与酪

蛋白的营养价值相差无几。因此,麦胚蛋白的营养价值,无论从量的角度、质的角度,还是从机体对蛋白质的消化利用程度上来看,都可以与大豆蛋白、酪蛋白的营养价值相媲美,都是优质蛋白质。

表1.2 蛋白质必需氨基酸的构成比例对照(g/100g蛋白质)^[5]

氨基酸	FAO/WHO	麦胚	大豆
赖氨酸	5.5	5.6	5.8
苏氨酸	4.0	4.4	4.0
色氨酸	1.0	1.3	1.2
蛋氨酸	3.5	1.9	2.0
胱氨酸		1.0	1.9
苯丙氨酸	6.0	3.4	5.7
酪氨酸		2.9	4.1
亮氨酸	7.0	6.7	6.6
异亮氨酸	4.0	3.5	4.7
缬氨酸	5.0	5.7	4.2

表1.3 麦胚蛋白与酪蛋白的各项营养指标对照^[6]

营养指标	酪蛋白组	麦胚蛋白组	对比结果
TD(%)	97.51	95.91	P>0.5无显著差异
BV(%)	73.1	72.1	P>0.5无显著差异
NPU(%)	71.16	70.15	P>0.5无显著差异
PER(28D)	2.17	1.24	P>0.5无显著差异
NPR(28D)	2.98	2.81	P>0.5无显著差异

(3) 麦胚中的脂肪

小麦胚芽中含有10%左右的麦胚油,主要成分是油酸、亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸,占总量的84%。其中亚油酸含量达60%以上,仅次于葵花籽油中的亚油酸含量(见表1.4)。此外,小麦胚芽油还含有丰富的维生素E, 220mg/100g油和二十八碳醇,100PPM^[7]。因此,小麦胚芽油是不饱和脂肪酸、天然维生素E和二十八碳醇的理想供应源。

表1.4 麦胚油与几种植物油的脂肪酸组成(%)^[5]

脂肪酸	月桂酸	蔻酸	棕榈酸	硬脂酸	油酸	亚油酸	亚麻酸	其它
麦胚油	--	--	15.8	--	12.7	64.5	6.8	--
花生油	0.6	0.3	13.3	2.1	47.8	29.2	--	5.7
大豆油	0.1	0.3	10.8	3.2	24.0	54.4	6.8	0.4
葵花籽油	--	--	6.2	4.3	22.3	64.9	0.3	1.2
米糠油	0.2	0.7	27.6	4.1	47.5	16.1	0.2	2.6

(4) 麦胚中的维生素

小麦胚芽含有多种维生素,不但维生素B₁, B₂含量丰富,而且一般食品中含量较少的维生素B₆含量也较丰富(见表1.5)。尤其是维生素E,不仅在小麦胚芽油中的含量是所有植物油中含量最高的,而且麦胚中的维生素E是生理活性强的 α -, β -体居多的全价维生素E。因此,小麦胚芽是人类很好的天然维生素营养源。

表1.5 小麦胚芽中的维生素组成成分(mg/100g麦胚)^{[4][5]}

Vit	VitB ₁	VitB ₂	VitB ₃	VitB ₅	VitB ₆	VitB ₇	VitB ₁₁	VitE
麦胚	2.1	0.6	0.8	7.0	1.0	0.01	0.50	22.0

(5) 麦胚中的矿物质

小麦胚芽中含有人体不可缺少的多种矿物质,钙、磷、铁、锌、镁等矿物质的含量丰富,特别是铁、锌和镁的含量比牛肉、鸡蛋中的高得多。并且,小麦胚芽中还含有微量的稀有元素硒。因此,小麦胚芽是一种非常理想的矿物质供给源。

表1.6 麦胚及几种食物中的矿物质含量(mg/100g麦胚)^[5]

矿物质	钙	磷	铁	锌	钾	钠	镁	铜	锰
麦胚	72	1118	9.4	10.8	827	3.0	336	0.74	13.7
牛肉	6	233	3.2	5.7	489	—	28.3	0.41	—
鸡蛋	55	210	2.7	2.1	60	73.0	4.0	0.1	0.05

(6) 麦胚中的其它特殊成分

麦胚不但含有丰富而优质的蛋白质、脂肪,人体不可缺少的多种维生素、矿物质,而且还含有谷胱甘肽、核酸、胆碱、肌醇、二十八碳醇、花生四烯酸、膳食纤维、棉籽糖、脂多糖、谷胱甘肽过氧化酶、硒等多种对人体具有特殊生理功能的营养成分。

因此,从小麦胚芽含量丰富而又有保健疗效作用的营养成分表明:麦胚是开发各种营养、保健、疗效食品的天然理想资源。

1.2 选题依据

我国是主要的产麦国之一,总产量居世界第一,全国每年可用于开发利用的小麦胚芽蕴量可达280-400万吨,全国每天可提胚20吨^[5]。但是,国内对于麦胚的使用,大部分仍当作麸皮处理,用作动物饲料原料。在食品上的应用,还只是处于初级阶段,有待于进一步的研究与应用。

近年来,随着我国经济建设的快速发展,人们生活水平的日益提高,我国的饮料工业发展迅速。1993年全国饮料产量已接近450万吨,是1980年的15倍,平均年增长率20%以上^[8],目前的饮料市场还有200万吨的扩充能力^[9]。在消费水平由温饱型向小康水平发展的过渡阶段,人们的饮食要求逐渐向天然、营养、保健、疗效的更高层次发展,饮料市场也发生了巨大的变化。饮料趋向多样化,传统的碳酸汽水呈下降趋势,果蔬汁饮料、植物蛋白饮料、矿泉水等发展迅速。寻找和开发符合人们生理健康的天然饮料已成为当今社会的迫切需要。

小麦胚芽是小麦籽粒的精华,营养丰富,被誉之为“人类天然的营养宝库”。由它制作出来的麦胚饮料将含有优质的蛋白质、不饱和脂肪酸,丰富的维生素、矿物质以及其它多种微量生理活性物质。这种麦胚饮料既综合了果蔬汁饮料维生素含量丰富、矿泉水矿物质含量丰富的特点,又具

有含有多种微量生理活性物质的不同于一般植物蛋白饮料的特点。因此,在提胚工艺日趋完善的条件下,适应饮料市场趋向天然、营养、保健、疗效的要求,以小麦胚芽为原料,制作优质的麦胚蛋白饮料,充分开发利用小麦胚芽这个资源充裕、营养丰富的宝库,以期充分利用现有的资源,取得一定的社会效益和经济效益。

1.3 课题的目的和要求

小麦胚芽蛋白饮料是一种符合人们生理健康的、值得开发的天然饮料。但是,麦胚蛋白饮料生产中还存在着许多诸如最佳工艺、稳定性、风味等方面的问题。因此,本课题针对麦胚原料的性质,麦胚饮料的生产工艺,麦胚饮料的稳定性、风味等方面进行系统的研究,为开发小麦胚芽蛋白饮料提供一定的理论和实践依据,以期为麦胚的综合利用提供一条行之有效的途径,为谷物胚芽的开发利用提供一些参考的依据。

第二章 小麦胚芽制作植物蛋白饮料的基础研究

2.1 引言

由于本课题的研究对象为麦胚,生产的是植物蛋白饮料,因此就有必要对麦胚的性质,尤其是麦胚蛋白的性质有比较详细的了解。麦胚蛋白的溶解度、等电点、热变性、乳化性是决定蛋白饮料能否成功生产的关键,也是决定蛋白饮料质量的关键。因此研制麦胚蛋白饮料首先就必须要了解麦胚蛋白的这些性质。

关于麦胚蛋白按溶解度的分类,早期Osborne^[10]、Grewe和Emily^[11]等人的研究表明:在麦胚蛋白中,清蛋白30.2%,球蛋白18.9%,清蛋白与球蛋白为39-58%,胚间质9.45%,麦醇溶蛋白14%,麦谷蛋白0.30-0.37%,不溶蛋白30.2%,非蛋白氮11.3-15.3%。1986年Jeong Kee^[12]等人的研究表明:麦胚蛋白中清蛋白、球蛋白、麦醇溶蛋白和麦谷蛋白的比例分别为:20.22%、17.49%、42.58%和19.71%。由于实验所用原料的差异,关于麦胚蛋白的分类没有一致的数据可供参考;并且国外麦胚与我国面粉厂提取的麦胚不甚相同,因此就有必要对我国面粉厂提取的麦胚中麦胚蛋白的分类进行研究。另外,植物蛋白饮料中的脂肪是影响蛋白饮料乳化稳定性的因素,也是影响蛋白饮料的营养、风味、口感的因素,因此对随各类蛋白一起提取出来的脂肪也需进行研究。关于麦胚蛋白的热变性,1986年C. E. Lupano和M. C. Anon^[13]采用DSC研究小麦干燥过程中麦胚蛋白的热变性,但是没有指出变性温度 T_d 值。另外,关于麦胚蛋白的分散性指数PDI值、等电点及乳化性质迄今为止还没有被研究过。

因此,本章对于制粉工业副产品麦胚的一般化学组成,麦胚蛋白的分类、PDI值、等电点、热变性、乳化性质作了具体系统的研究,以期对麦胚能否制成蛋白饮料进行可行性研究,对麦胚蛋白饮料的研制提供一些基础知识作为参考依据。

2.2 试验材料与设备

小麦胚芽	南京有恒面粉有限公司
FS-100小型粉碎机	中国上海嘉定粮油机械厂
TG328A电光分析天平	上海天平仪器厂
101-1干燥箱	上海市实验仪器总厂
DS-1高速组织捣碎机	上海标本模型厂

722光栅分光光度计	上海第三分析仪器厂
DELTA SERIES DSC7差热分析仪	美国PE公司
康氏电动振荡机	北京通县医疗器械厂
日立高速冷冻离心机	日本
JTM50AB型胶体磨	
WSJ-1B冰淇淋均质机	上海科学技术大学
LX离心沉淀机	上海医用分析仪器厂
电热恒温水浴锅	江苏沙洲医疗器械厂

2.3 试验方法

- (1) 水分测定方法 105℃恒重法 GB5497-85^[14]
- (2) 灰分测定方法 550℃灼烧法 GB5505-85^[14]
- (3) 粗蛋白质测定方法 凯氏定氮法 GB5515-85^[14]
- (4) 粗脂肪测定方法
 - A. 索氏抽提法 GB5512-85^[14]
 - B. 碱性乙醚法^[15]

取10ml样品于具塞量筒中,加入1.5ml浓氨水,混匀;加入10ml乙醇,混匀;加入25ml乙醚,振摇1min;加入25ml石油醚,振摇1min;静置分层,吸出醚层滤入已知重量的脂肪瓶中。于量筒中加入乙醚、石油醚(1:1)混和液10ml,放置5min,吸出醚层滤入上述脂肪瓶中;于量筒中再加入乙醇2ml,乙醚、石油醚(1:1)混和液30ml,振摇1min,静置分层,吸出醚层滤入上述脂肪瓶中。重复上述加入醚混和液10ml及加入乙醇2ml,醚混和液30ml的操作。水浴75-80℃回收脂肪瓶中的混和醚液,然后于105℃干燥恒重,测定脂肪含量。

(5) 酸价的测定方法^[16]

称取粉碎的小麦胚芽20g于具塞三角瓶中,加入50ml苯,振荡30min,倾斜静置几分钟,干滤纸过滤;取25ml滤液于三角瓶中,加入95%乙醇25ml,麝香草酚酞酒精溶液5滴,用0.015N的KOH溶液迅速滴定至兰色半分钟不褪去为止(V_1 ml)。空白试验:加25ml苯,25ml乙醇,5滴麝香草酚酞酒精溶液于三角瓶中,用0.015N的KOH溶液滴定至兰色半分钟不褪去为止(V_2 ml)。脂肪酸价以中和100g粮食样品中的游离脂肪酸所需KOH的mg数表示,则脂肪酸价X(mg/100g)的计算公式为: $X = (V_1 - V_2) * N_{KOH} * 56.01 * C * 100 / W$

式中:C--滤液稀释倍数;W--样品重量(g)

(6) 麦胚蛋白质分散性指数PDI值的测定方法:^[17]

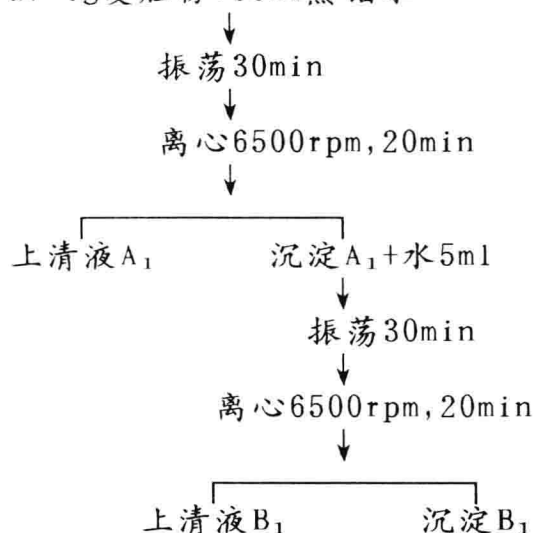
称取20g麦胚与300ml 25℃的水高速匀浆,所得的稀浆静置分层之后,取上层清液50ml于2700rpm离心10min;然后,吸取15ml 离心上层清液凯氏定氮,所测得的15ml上层清液中的蛋白质量即相当于1.0g样品在水中分散的蛋白质量。计算公式如下:

$$\text{蛋白质分散性指数PDI}(\%) = \frac{\text{在水中分散的蛋白质}(\%)}{\text{总蛋白质}(\%)} \times 100$$

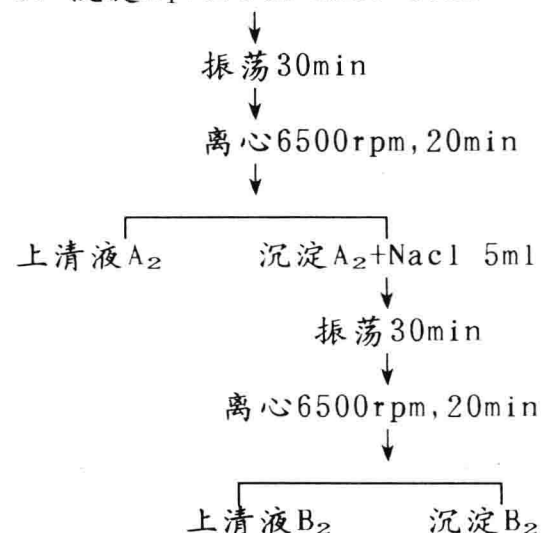
(7) 蛋白质的Osborne分类方法:^{[11][12]}

参照Grewe及Jeong Kee等人的Osborne分类方法,并做适当修改,具体操作过程如下:

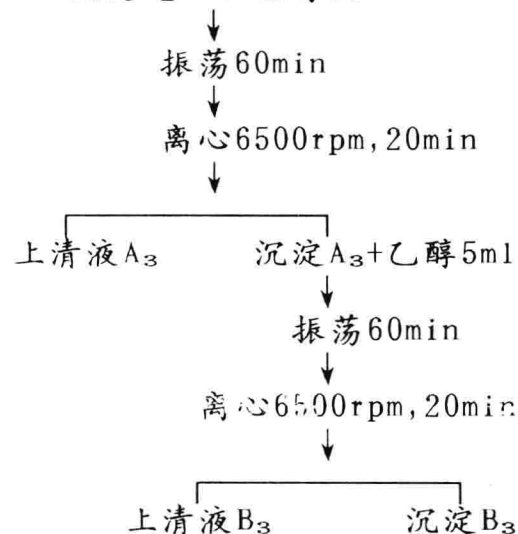
a. 1g麦胚粉+10ml蒸馏水



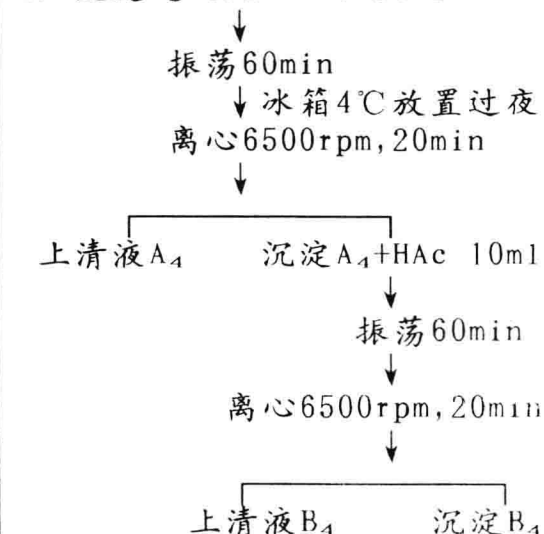
b. 沉淀B₁+0.04M NaCl 10ml



c. 沉淀B₂+70%乙醇10ml



d. 沉淀B₃+0.1N HAc 10ml



清蛋白: 上清液 A_1 与 B_1 混和, 凯氏定氮法测其蛋白含量, 碱性乙醚法测其脂肪含量;

球蛋白: 上清液 A_2 与 B_2 混和, 凯氏定氮法测其蛋白含量, 碱性乙醚法测其脂肪含量;

麦醇溶蛋白: 上清液 A_3 与 B_3 混和, 凯氏定氮法测其蛋白含量, 碱性乙醚法测其脂肪含量;

麦谷蛋白: 上清液 A_4 与 B_4 混和, 凯氏定氮法测其蛋白含量, 碱性乙醚法测其脂肪含量。

不溶蛋白: 沉淀 B_4 , 凯氏定氮法测其蛋白含量, 索氏抽提法测其脂肪含量。

(8) 麦胚蛋白等电点的测定方法^[18]:

在加有4ml不同浓度醋酸的试管中各加入麦胚蛋白0.1N 醋酸钠溶液1ml, 混匀, 使每支试管中的溶液具有3.2-5.6之间的一系列不同PH值。静止约30min, 观察各管的浑浊情况, 以+, ++, +++等表示浑浊程度。因为蛋白质在等电点处的溶解度最小, 所以浑浊程度最高处的PH值即为麦胚蛋白的等电点。

(9) 麦胚蛋白变性温度的测定方法^[13]

根据蛋白变性吸收热量的特点, 参照Lupano和Anon的方法, 采用差示扫描量热法测定蛋白质的变性温度。样品麦胚蛋白的DSC实验条件为: 以空铝盒作为空白对照, 扫描范围为30-160℃, 扫描速率为10℃/min。

(10) 麦胚蛋白乳化性质的测定方法^{[19][20]}:

参照K. N. Pearce、J. E. Kinsella和K. P. Das等人的方法, 并做适当改变, 具体操作过程如下: 量取蛋白质溶液400ml, 加入大豆油100ml, 搅匀, 均质。均质之后按一定时间间隔取样, 并立即用0.1%的SDS溶液稀释1000倍。然后, 在分光光度计上波长500nm处测其吸光度值。

由Pearce和Kinsella定义的乳化能力指数EAI是指: 由单位质量蛋白质乳化产生的界面面积。所以其计算公式为:

$EAI = \text{界面面积 } S (\text{m}^2/\text{ml乳状液}) / \text{乳化剂浓度 } C (\text{g蛋白质}/\text{ml乳状液});$

$S = 2 * \text{浊度 } T * \text{稀释倍数} (\text{m}^2/\text{ml乳状液}); T = 2.303 * \text{吸光度 } A / \text{光程长度 } L。$

由Pearce和Kinsella定义的乳化稳定指数ESI的计算公式为:

$ESI = T * \Delta t / \Delta T (\text{hr}); \Delta T$ 是指时间间隔为 $\Delta t (\text{hr})$ 时的浊度变化量。

(11) 麦胚蛋白乳化能力与温度的关系

在60℃, 70℃, 80℃, 90℃的去离子水中分别加入麦胚蛋白, 使成0.5%的蛋白质溶液400ml, 保温10min; 加入大豆油100ml, 搅匀, 均质; 均质之后

马上取样,并用0.1%的SDS溶液立即稀释 1000 倍;然后在分光光度计上500nm处测其吸光度值。乳化能力指数EAI的计算同(10)。

2.4 结果与讨论

(1) 麦胚的一般化学组成

表2.1 小麦胚芽的一般化学组成成分(g/100g麦胚)

水分	蛋白质	脂肪	碳水化合物	灰分	酸价
10.53	28.15	9.66	46.81	4.85	102.6

* 酸价的单位为mgKOH/100g麦胚

(2) 麦胚蛋白分散性指数PDI值

由实验测得: $PDI \text{ 值}(\%) = \frac{\text{在水中分散的蛋白质}(\%) \times 100}{\text{总蛋白质}(\%)}$
 $= \frac{15.74\% \times 100}{28.15\%} = 55.90\%$ 。

(3) 麦胚蛋白的Osborne分类

表2.2 各类麦胚蛋白含量及随其提出的脂肪含量

蛋白种类	清蛋白	球蛋白	麦醇溶蛋白	麦谷蛋白	不溶蛋白	总和
蛋白含量	15.12	0.97	0.25	0.61	10.92	27.87
蛋白百分比例	54.25	3.48	0.90	2.19	39.18	100
脂肪含量	2.334	0.133	0.785	0.028	6.344	9.624
脂肪百分比例	24.25	1.38	8.16	0.29	65.92	100

*蛋白、脂肪含量单位为g/100g麦胚;蛋白、脂肪百分比例单位为 %。

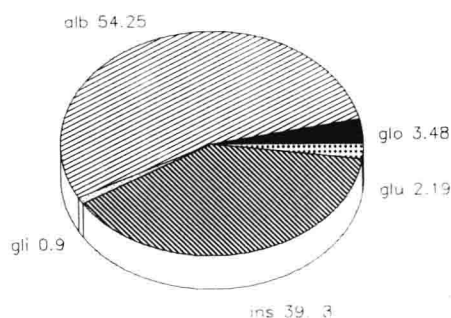


图2.1蛋白分布比例图

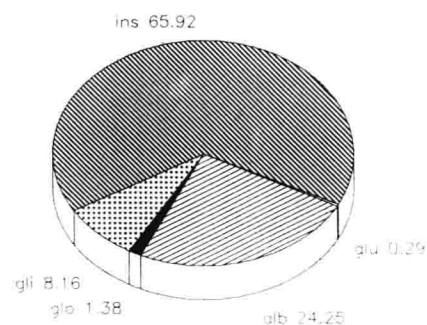


图2.2脂肪分布比例图

(4) 麦胚蛋白的等电点

麦胚蛋白溶液在不同PH值缓冲液中的浑浊程度如下表所示,由实验结果表明:麦胚蛋白溶液在PH值4.7时浑浊程度最大,溶解度最小,因此麦胚蛋白的等电点PI值为4.7。

表2.3 麦胚蛋白溶液在醋酸-醋酸钠缓冲液中的浑浊程度

PH	3.2	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.3	5.6
浑浊度	+	++	++	+++	+++	++++	+++	+++	+

(5) 麦胚蛋白的变性温度

由麦胚蛋白DSC差示扫描量热图上的热变性吸热峰可知:麦胚蛋白变性温度 $T_d=77.7^{\circ}\text{C}$,峰温 $T_p=116^{\circ}\text{C}$ 。

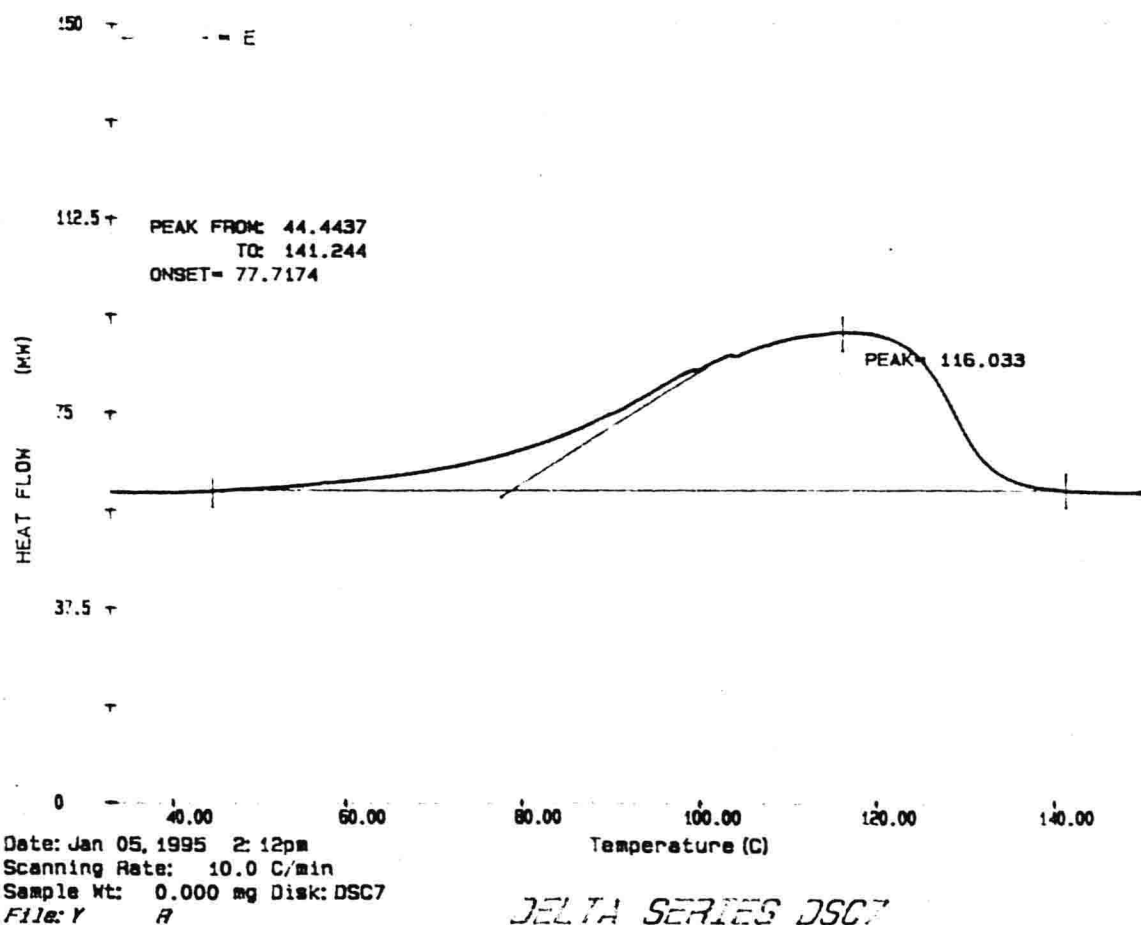


图2.3 麦胚蛋白的DSC差示扫描量热图

(6) 麦胚蛋白的乳化性质

表2.4 麦胚蛋白乳化能力指数EAI与乳化稳定指数ESI

时间t(min)	0	30	60	EAI	ESI
OD ₅₀₀	0.203	0.165	0.110	20.33m ² /g	2.67hr

(7) 麦胚蛋白乳化能力指数EAI与温度的关系

在不同温度下保温10min之后的麦胚蛋白在不同温度下具有不同的乳化能力。结果见表2.5、图2.4。在蛋白变性之前,温度升高,蛋白乳化能力也升高;麦胚蛋白的变性温度 $T_d=77.7^{\circ}\text{C}$,因此在 80°C 时麦胚蛋白由于受到适宜的热变性,结构发生变化,疏水基暴露,溶解性稍有下降,但乳化能力明显升高;到 90°C ,由于蛋白过分变性,溶解度下降,蛋白质的乳化能力下降。

表2.5 麦胚蛋白乳化能力指数EAI与温度的关系

温度($^{\circ}\text{C}$)	60	70	80	90
吸光度	0.238	0.263	0.373	0.245
EAI(m ² /g)	21.92	24.23	34.36	22.57

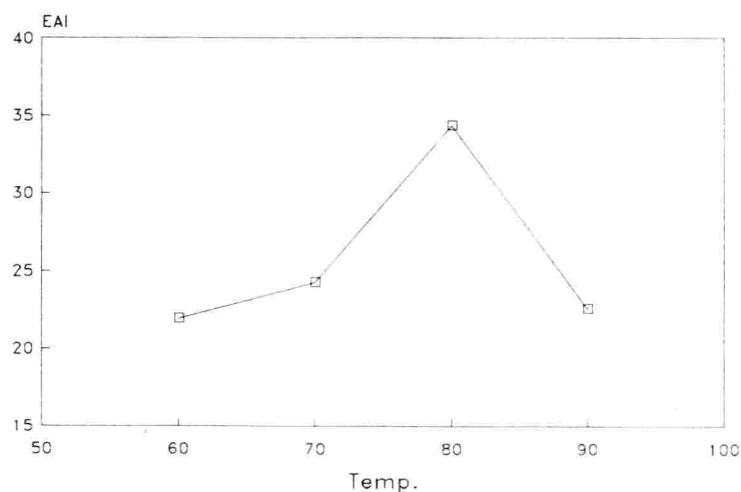


图2.4 麦胚蛋白乳化能力指数EAI与温度的关系