

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 21620111152386

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

木薯膳食纤维的提取工艺及理化性质的研究

**Studies on the Preparation Conditions and Characteristics
of Dietary Fiber from Cassava Dregs**

刘锐雯

指导教师姓名: 陈清西 教授

专业名称: 生物化学与分子生物学

论文提交日期: 2014 年 4 月 25 日

论文答辩时间: 2014 年 5 月 23 日

学位授予日期: 2014 年 月 日

答辩委员会主席: 颜江华 教授

评 阅 人: _____

2014 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

目 录

本文主要缩略词	I
摘 要	II
Abstract.....	III
1 前 言	1
1.1 膳食纤维概述.....	1
1.1.1 膳食纤维的定义.....	1
1.1.2 膳食纤维的分类.....	2
1.1.3 膳食纤维的组成成分.....	3
1.1.4 膳食纤维的提取方法.....	4
1.1.5 膳食纤维的测定方法.....	5
1.1.6 膳食纤维的理化性质.....	7
1.1.7 膳食纤维的生理功能.....	9
1.2 膳食纤维的研究进展	10
1.2.1 国外研究情况.....	10
1.2.2 国内研究情况.....	11
1.3 木薯膳食纤维的开发前景.....	12
1.4 本研究的意义	13
2 材料与amp;方法	15
2.1 材料与试剂.....	15
2.2 仪器与设备	15
2.3 实验方法	16
2.3.1 木薯渣化学成分的测定.....	16
2.3.2 膳食纤维的提取与测定方法.....	16
2.3.3 木薯 IDF 的提取工艺	17
2.3.4 复合酶法提取木薯 IDF 的工艺优化	18
2.3.5 IDF 的理化特性测定	21
2.3.6 木薯 SDF 的制备工艺	24
2.3.7 木薯 SDF 的理化特性测定	25

2.3.8 木薯 SDF 的结构测定	27
3 实验结果	29
3.1 木薯渣主要成分的测定	29
3.2 木薯膳食纤维的制备及提取工艺的研究	30
3.2.1 木薯 IDF 的提取工艺	30
3.2.2 复合酶法提取木薯 IDF 的工艺	32
3.2.3 酶法制备 IDF 正交试验结果与分析	37
3.3 木薯 IDF 理化特性分析	38
3.3.1 WHC 分析	38
3.3.2 OHC 分析	38
3.3.3 葡萄糖阻滞系数的测定	39
3.3.4 阳离子交换能力的测定	40
3.3.5 胆固醇静态吸附作用的测定	40
3.3.6 亚硝酸吸附作用的测定	40
3.3.7 重金属吸附作用的测定	41
3.3.8 对脱氧胆酸钠的吸附	41
3.4 不同处理方法提取 IDF 一些理化性质的分析	41
3.5 木薯 SDF 的制备工艺	44
3.6 木薯 SDF 的理化性质分析	44
3.6.1 木薯 SDF 全波长扫描	44
3.6.2 木薯 SDF 的溶解度测定	45
3.6.3 总还原力的测定	45
3.6.4 清除 O_2^- 的测定	46
3.6.5 清除 $\cdot OH$ 的测定	47
3.6.6 对 DPPH \cdot 的清除作用	47
3.6.7 木薯 SDF 在体外对质粒损伤的保护作用	48
3.7 木薯 SDF 的结构分析	49
3.7.1 木薯 SDF 的 MALDI-TOF MS 图谱分析	49
3.7.2 木薯 SDF 的傅里叶红外光谱扫描分析	49

4 讨 论	52
4.1 木薯膳食纤维的制备及提取工艺的研究.....	52
4.2 木薯 IDF 的理化特性的研究.....	52
4.3 木薯 SDF 的理化性质的研究.....	55
5 结论与展望	57
参考文献	59
致 谢	68

厦门大学博硕士学位论文摘要库

CONTENT

Abbreviations	I
Chinese Abstract	II
English Abstract	III
1 Introduction	1
1.1 Introduction of dietary fiber	1
1.1.1 Definition of dietary fiber	1
1.1.2 Classification of dietary fiber	2
1.1.3 Composition of dietary fiber.....	3
1.1.4 Preparation methods of dietary fiber	4
1.1.5 Analysis methods of dietary fiber	5
1.1.6 Properties of dietary fiber	7
1.1.7 Physical function of dietary fiber	9
1.2 Research development of dietary fiber	10
1.2.1 Research abroad	10
1.2.2 Research in China	11
1.3 Development perspective	12
1.4 Significance of our study	13
2 Materials and Methods	15
2.1 Materials and Reagents	15
2.2 Instruments	15
2.3 Methods	16
2.3.1 Assay of chemical composition of cassava dregs	16
2.3.2 Preparation of cassava dietary fiber.....	16
2.3.3 Processing of cassava insoluble dietary fiber	17
2.3.4 Optimization of enzymetic method.....	18
2.3.5 Assay of insoluble dietary fiber	21
2.3.6 Comparison of insoluble dietary fiber by different drying methods	24
2.3.7 Preparation of cassava soluble dietary fiber	25
2.3.8 Assay of cassava soluble dietary fiber	27
3 Results and analysis	29
3.1 Composition of cassava dregs	29

3.2 Preparing methods of cassava dietary fiber	30
3.2.1 Preparation of cassava dietary fiber.....	30
3.2.2 Conditions of multi-enzymetic preparing methods.....	32
3.2.3 Cross experiment of multi-enzymetic preparing method.....	37
3.3 Properties of Insoluble dietary fiber	38
3.3.1 Measurement of water holding capacity	38
3.3.2 Measurement of oil holding capacity.....	38
3.3.3 Measurement of glucose dialysis retardation index.....	39
3.3.4 Measurement of cation exchange capacity	40
3.3.5 Measurement of static absorption capacity on cholesterol	40
3.3.6 Measurement of absorption capacity on NO ₂ -	40
3.3.7 Measurement of absorption capacity on heavy metal ion.....	41
3.3.8 Measurement of absorption capacity on sodium deoxycholate	41
3.4 Comparison of different preparation methods for IDF	41
3.5 Conditions of preparation for SDF	44
3.6 Properties of Cassava SDF	44
3.6.1 Full wavelength scan spectra of SDF water solution.....	44
3.6.2 Measurement of solubility of cassava SDF	45
3.6.3 Measurement of total reducing power of SDF.....	45
3.6.4 Measurement of scavenging effect on O ₂ ·-	46
3.6.5 Measurement of scavenging effect on ·OH	47
3.6.6 Measurement of scavenging effect on DPPH·	47
3.6.7 Protective effect on DNA of SDF	48
3.7 Analysis of SDF structure	49
3.7.1 MALDI-TOF MS spectrogram of cassava SDF	49
3.7.2 FTIR spectrogram of cassava SDF	49
4 Discussion	52
4.1 Preparation conditions of cassava dietary fiber	52
4.2 Characteristics of cassava IDF	52
4.3 Characteristics of cassava SDF	55
5 Conclusions and prospect	57
Reference	59
Acknowledgement	68

本文主要缩略词

英文缩写	英文全称	中文全称
DF	Dietary Fiber	膳食纤维
SDF	Soluble Dietary Fiber	可溶性膳食纤维
IDF	Insoluble Dietary Fiber	不可溶性膳食纤维
WHC	Water Holding Capacity	持水力
OHC	Oil Holding Capacity	持油力
GDMI	Glucose Dialysis Retardation Index	葡萄糖阻滞系数
DPPH	1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radicals	1,1-二苯基-2-三硝基苯肼
PBS	Phosphate Buffered Saline	磷酸盐缓冲液
MALDI-TOF-MS	Matrix-Assisted Laser Desorption/ Ionization Time of Flight Mass Spectrometry	基质辅助激光解吸电离飞 行时间质谱
FT-IR	Fourier Transform Infrared Spectrometer	傅里叶变换红外光谱仪
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma-MS Spectrometer	电感耦合等离子体质谱

摘 要

本文以木薯加工后的残渣为原料,探讨了木薯膳食纤维的制备工艺,并对其理化性质进行了研究,为木薯膳食纤维的综合利用提供了科学依据和技术指导,同时为木薯膳食纤维在各种食品中的应用提供了理论依据,主要研究结果如下:

1.通过单因素试验、正交试验和极差分析研究了木薯膳食纤维的制备工艺。试验得出酶法制备木薯IDF的最佳工艺参数为:料液比为1/15(m/v),先用1%的 α -淀粉酶在60℃、pH 6.0的条件下处理210 min,再用0.8%的中性蛋白酶在45℃、pH 7.0的条件下处理180 min,最后进行漂白和清洗干燥。试验所得木薯IDF的提取率为 $26.855\pm 0.479\%$ 。

2.对酶法制备IDF的理化性质进行研究,结果表明:IDF的WHC为 14.004 ± 0.052 g/g, OHC为 8.710 ± 0.190 g/g,对亚硝酸根离子的吸附力为 14.349 ± 3.210 mg/g,对脱氧胆酸钠的吸附力为 51.146 ± 1.252 mg/g,对胆固醇的吸附力为 9.272 ± 0.314 mg/g。对银、铅、铬、铜和镉离子的最大束缚量分别为12.647, 13.374, 2.414, 7.590和3.530 $\mu\text{g/g}$ 。

3.对酶法提取木薯SDF的还原能力及其在 $\cdot\text{OH}$ 、 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 、DPPH \cdot 三种体系中清除自由基的活性进行了研究。结果表明,酶法制备的SDF具有一定的还原能力。在 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 体系中,SDF在本试验测定范围中其最高清除率为45%,低于50%,无法计算 IC_{50} ,其对 $\text{O}_2^{\cdot-}$ 清除能力较弱;在 $\cdot\text{OH}$ 体系中,SDF的 IC_{50} 为1.132 mg/mL;在DPPH \cdot 体系中,SDF的 IC_{50} 为2.141 mg/mL。在各自由基体系中,以Vc做阳性参照物,实验结果证明木薯SDF具有一定的还原能力及自由基清除能力。此外,SDF在体外对质粒损伤有一定的保护作用,高浓度的SDF(≥ 100 mg/mL)可以很好地清除自由基而保护DNA免受损伤。

4.FT-IR结果表明,木薯SDF具有典型的糖类特征吸收峰,MALDI-TOF-MS结果表明木薯SDF是由分子量相差162 kD的己糖结构组成且其中七聚糖的含量最多。

关键词: 木薯渣; 膳食纤维; 制备工艺; 理化性质; 抗氧化性

Abstract

The preparation, physical and chemical properties of dietary fiber(DF) including insoluble dietary fiber(IDF) and soluble dietary fiber(SDF) from cassava dregs were studied in this paper. We used enzymatic method to extract dietary fiber from cassava dregs. By single factor and orthogonal tests, the enzymatic preparing conditions for the DF from cassava dregs were optimized. Results showed that the best conditions for purification evaluated by DE value: (1) 1:15(residue:1% of amylase), 60 °C, pH 6.0, 210 min for amylase treatment; and (2) 1:15(residue:0.8% of proteinase), 45 °C, pH 7.0, 180 min for incubation. Finally, the recovery of IDF was $26.855 \pm 0.479\%$.

In addition, the properties of cassava dietary fibers were also investigated in this study. The water holding capacity, oil holding capacity, the adsorption capacity of NO_2^- , cholesterol, deoxycholic acid sodium, heavy metal ions of dietary fiber were studied, respectively, and other properties such as cation exchange capacity, glucose dialysis retardation were also researched. The WHC was 14.004 ± 0.052 g/g, OHC was 8.710 ± 0.190 g/g. The adsorption capacity of NO_2^- , cholesterol, deoxycholic acid sodium was 14.349 ± 3.210 mg/g, 9.272 ± 0.314 mg/g, 51.146 ± 1.252 mg/g, respectively. The maximum bound amount of Ag^+ , Pb^{2+} , Cr^{2+} , Cu^{2+} and Cd^{6+} by IDF were 12.647, 13.374, 2.414, 7.59 and 3.53 $\mu\text{g/g}$, respectively. Additionally, the IDF from cassava dregs had significant cation exchange capacity and glucose dialysis retardation ability.

The scavenging effect on free radical of SDF from cassava dregs was studied in different assay systems, which included hydroxyl radical system, superoxide radical system and DPPH • system. In superoxide radical assay system, about 45% free radical was scavenged, lower than 50%, meaning its scavenging effect in this system is not so significant. Its IC_{50} in hydroxyl radical assay system was 1.132 mg/mL. In DPPH • system, its IC_{50} was 2.141 mg/mL. It was proved that reducing power and the scavenging effect of SDF on free radical matched Vc in these systems. We also studied the protective effect on DNA by SDF *in vitro*. Results showed that SDF could protect DNA *in vitro* at high concentration.

IR spectrogram of SDF from cassava bagasse showed that SDF had a typical absorption peak of carbohydrate. MALDI-TOF mass spectra showed that SDF from cassava bagasse is composed by hexose unit with a difference of 162 kD.

Key words: cassava bagasse; dietary fiber; physical and chemical properties; antioxidant effects

厦门大学博硕士学位论文摘要库

1 前言

1.1 膳食纤维概述

随着社会的快速发展以及人民生活水平的不断提高，饮食日趋精细。由营养搭配不合理而产生的各种文明病，如糖尿病、便秘、肠道癌等已经严重影响了人类健康。BurkittD 等认为，现代“文明病”的发病率与膳食纤维（DietaryFiber, DF)摄入量的减少有关，被称为“膳食纤维假说”^[1]。此后，营养专家、分析化学工作者以及其他领域的研究者开始深入地进行膳食纤维研究^[2]，尤其是 20 世纪 90 年代初，当里根总统患直肠癌的消息传出之后，一股开发膳食纤维食品的热潮^[3-4]席卷了欧美国家。

1.1.1 膳食纤维的定义

膳食纤维一词最早由 Hipsley^[5]在 20 世纪 50 年代提出，他认为膳食纤维是指植物细胞中不被人体消化的一些组分。

1972 年，Trowell 等修正膳食纤维的定义为“完全不能被消化道酶所消化的植物成分”。按照这种定义，植物细胞壁物质，如纤维素、半纤维素；细胞内多糖，如树胶和胶浆等物质都可以理解为膳食纤维。

1976 年 Trowell 给出了更确切的定义，把那些“人体未消化吸收的多糖类碳水化合物和木质素”称之为膳食纤维^[6-8]。以上两种定义都是指那些不同的植物成分的混合物。1979 年第 93 届 AOAC 年会上，Harland 等提议，希望将膳食纤维的定义及分类方法统一，但是最终没有达成一定的共识。

直到 1981 年第 95 届 AOAC 年会上，上百位学者针对膳食的定义和分类方法提出了比较一致的看法，其中最被认同的定义还是由 Trowell 在 1976 年所提出的，他认为膳食纤维就是指：不能被人体完全消化、吸收、利用的多糖类碳水化合物和木质素。

随着研究的不断深入，又将另外一些存在于动植物和微生物体内，人工合成或半合成的不可消化的物质纳入到膳食纤维^[9]。例如，植物细胞壁的蜡质以及不能被消化的细胞壁蛋白质；一些非细胞壁化合物，包括抗性淀粉；及动物性来源的抗消化物质。这些物质在食物中的含量虽少，却可能具有生理活性。

到 1999 年，Devries 等人提出膳食纤维的定义^[5]是：膳食纤维是指食物中不能被人体内源酶消化吸收的植物细胞、多糖、木质素以及其它物质的总和。这一

定义包括食物中的大量组成成分如纤维素、半纤维素、木质素、果胶以及其它少量组成成分如蜡质、角质、软木质等。

较早的膳食纤维定义主要根据生理功能和分析方法来制定，按照以往的定义，膳食纤维包括了庞大而繁杂的成分。随着科技和食品工业的发展，人们发掘了诸如抗性淀粉、寡糖等具有类似膳食纤维性质的食品成分^[10-11]，超出了已有的定义范围，重新定义膳食纤维的必要性显得越来越紧迫。为此 2000 年，AACC 理事会将膳食纤维定义为：膳食纤维是指能抵抗人体小肠消化吸收而在人体大肠能部分或全部发酵的可食用植物成分，即碳水化合物及其相类似物质的总和，包括多糖、寡糖、木质素以及相关的植物物质。该定义明确规定了膳食纤维的主要成份：像纤维素等来自植物的可食用成分都属于膳食纤维范畴，而动物中不含其成分。另外还包括植物细胞壁中所含有的木质素；不能被人体消化酶所分解的物质如抗性淀粉以及少量相关成分如蜡质等。这些物质的共同特点都是不被人体所消化的聚合物^[12-13]。扩大的膳食纤维定义有助于食品生产者明确他们的食品功能，也将使更多的食品被归入到膳食纤维的范畴。

1.1.2 膳食纤维的分类

膳食纤维是一种复杂的物质，不同来源的膳食纤维其组成会有很大的不同，因此其分类方法也较多。

1.1.2.1 根据溶解性分类

根据膳食纤维溶解性的差别，可分为可溶性膳食纤维(Soluble Dietary Fiber, SDF)和不可溶性膳食纤维(Insoluble Dietary Fiber, IDF)两大类^[14-15]：SDF 是指不被人体消化道消化的那部分膳食纤维，但其可溶于温水或热水，又可以被 4 倍体积的乙醇再沉淀。主要包括植物细胞的储存物质和分泌物质，以及微生物多糖和合成多糖，其主要成分是胶类物质，如果胶、阿拉伯胶、羧甲基纤维、黄原胶、真菌多糖等^[16-17]，在食品中主要起胶凝作用。IDF 是指不被人体消化道消化且不溶于热水的那部分膳食纤维，主要成分是纤维素、半纤维素等^[18]，在食品中主要起充填作用。当人体内有适当量的 IDF 存在时，便可以缩短食物通过肠道的时间^[19-21]。

1.1.2.2 根据来源的不同分类

根据来源的不同，可分为动物性、植物性、微生物来源的膳食纤维及海藻多糖类和合成类的膳食纤维。植物性来源的包括纤维素、半纤维素、木质素等。动

物性来源的有甲壳质、壳聚糖、胶原等^[22]。微生物性来源的如黄原胶。合成类的如羧甲基纤维素^[23]。其中植物性来源的膳食纤维是主要来源，也是膳食纤维研究和应用的主要领域^[7]。

1.1.2.3 根据在植物体内的不同功能分类

根据膳食纤维在植物体内的不同功能，将其分为：结构性多糖类，包括纤维素多糖、半纤维素多糖等细胞壁相关物质；结构性非多糖类，主要为木质素；非结构性多糖类，包括树胶、胶浆等细胞壁内的分泌物^[24-25]。

1.1.2.4 根据在大肠内的发酵程度分类

膳食纤维可被人体大肠内的菌群所发酵，根据发酵程度的不同，可分为部分发酵类纤维和完全发酵类纤维。部分发酵类纤维包括纤维素等；完全发酵类纤维包括 β -葡聚糖等。一般来说，后者多属 SDF，而前者多属 IDF，但也有例外，如羧甲基纤维素，它虽然易溶于水，但几乎不被大肠内菌群所发酵^[26]。

1.1.2.5 根据定义分类

2001 年 1 月，膳食纤维定义委员会提交给 AACC 一份报告，报告中根据定义将膳食纤维分为：（1）非淀粉多糖和抗消化的低聚糖类，包括纤维素等天然寡聚糖和高聚糖；（2）相似的碳水化合物类，包括抗消化糊精；（3）合成的碳水化合物类如葡聚糖、甲基纤维素；（4）木质素；（5）相关植物物质类，包括蜡质、肌醇六磷酸等^[27]。

1.1.3 膳食纤维的组成成分

根据定义可以得知，膳食纤维的化学组成包括三大部分^[28]：即纤维状碳水化合物如纤维素，基料碳水化合物如果胶类物质和填充类化合物如木质素。

1.1.3.1 纤维素(Cellulose)

纤维素的化学结构是以 β -吡喃葡萄糖基通过 β -1,4 糖苷键联接形成的无支链葡萄糖多聚体。两个糖苷键之间距离为 1.03 nm，通过氢键作用增强了葡聚糖链的刚性和稳定性。作用力较强的位置，纤维素呈结晶状的微纤维束结构单元；作用力较弱的位置，纤维素成非结晶结构，容易被溶剂破坏。人体内分泌产生的淀粉酶只能水解 α -1,4 糖苷键，而对 β -1,4 糖苷键无水解作用，因此人体无法消化和吸收纤维素。纤维素一般都不溶于水和常用的有机类溶剂，具有很强的亲水性能，在人体或者动物体内的消化道中可以吸收大量的水分。

1.1.3.2 半纤维素(Hemicellulose)

半纤维素是由多种糖基组成的一类多糖，以阿拉伯木聚糖、半乳聚糖或甘露糖和 β -1,3 或 β -1,4 葡聚糖为结构单位连接成其主链，在支链上结合有阿拉伯糖或半乳糖。大部分半纤维素是不可溶性的，在大肠内比纤维素易于被细菌分解，因而具有一定的生理作用。

1.1.3.3 果胶(Pectin)

果胶是以 α -1,4 糖苷键连接的聚半乳糖醛酸为骨架链，主链中含有鼠李糖残基，部分半乳糖醛酸残基经常被甲基化。果胶可根据环境条件改变形态，具有与离子结合的能力，可以在热溶液中溶解，在酸性条件下形成胶状，对维持膳食纤维的结构有很重要的作用。水果和蔬菜的组织中含有丰富果胶，而谷物类纤维中的含量很少。

1.1.3.4 树胶(Gum)

树胶的主要是葡萄糖醛酸、半乳酸、阿拉伯糖及甘露糖等所组成的多糖。可分散于水中起增稠剂的作用。

1.1.3.5 木质素(Lignin)

木质素具有复杂的三维结构。它不是多糖类物质，而是由松柏醇、芥子醇和羟基肉桂醇为主体的苯基类丙烷聚合物，目前还未真正研究清楚其具体的化学本质。天然木质素一般与碳水化合物紧密结合在一起，包裹在细胞壁内，因此很难与纤维素分离。

1.1.3.6 抗性淀粉(Resistant starch)

抗性淀粉在水溶液中不能充分膨胀、分散，很难和淀粉酶发生接触，因此可耐受酶的水解消化。包括改性淀粉经过加热后又经冷却的淀粉，它们在小肠内也不被吸收。

1.1.4 膳食纤维的提取方法

膳食纤维是一类组分十分复杂的混合物，由于来源和产品特性存在着极大的差异，因此其提取条件也会有较大的不同。目前，膳食纤维的提取方法主要分为以下四类：

(1) 粗分离法

粗分离法主要有悬浮法和气流分级法，较适合于原料的预处理。经过这种粗分离可以改变原料中各种成分的相对含量，比如可以减少植酸、蛋白质、淀粉的含量，进而增加膳食纤维的相对含量。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫