

“十五” 863计划成果

新型安全饲料添加剂 研制与开发

(第二版)

王建华 主编

Research and Development of
the New Safe Feed Additives



科学出版社
www.sciencep.com

中国石化出版社

新型安全固料添加剂 研制与开发

王三强

（中国石化）

Research and Development of
New Solid Additives for
Safety



中国石化出版社

“十五”863 计划成果

新型安全饲料添加剂研制与开发

(第二版)

王建华 主编

国家高技术研究发展计划

生物与现代农业技术领域

现代农业技术主题

“新型安全饲料添加剂研制与开发”课题

合同编号 2001AA246041(2001~2003)和 2004AA246040(2004~2005)

(第一批“十五”863 计划项目)

Fund Source

The National High Technology R&D Program of P. R. China(863 Program)

Field: Biotechnology and Modern Agricultural Technology

Subject: Modern Agricultural Technology

Project: Research and Development of the New Safe Feed Additives

Contract No. 2001AA246041 from 2001 to 2003 and No. 2004AA246040 from 2004 to 2005

(The First Batch Project of the Tenth Five-Year Plan of 863 Program)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为“十五”863计划“新型安全饲料添加剂研制与开发”两期课题(No. 2001AA246041和No. 2004AA246040)的论文成果汇编,全面系统地介绍了该课题研究所取得的最新进展。本书以“新型安全饲料添加剂研制与开发”为中心,内容覆盖了生化与分子生物学、微生物学、植物和动物生理学、植物和动物营养学、作物栽培学等不同学科;实验研究论文主要涉及基因工程、生化工程、发酵工程、天然活性成分分离提取和色谱检测等不同的技术方法。全书58篇论文包括综述类16篇、基因工程与生物化学工程类18篇、微生物学与微生态制剂类7篇、功能性饲料与添加剂类8篇、功能性饲料原料作物栽培类4篇、方法与检测类5篇。

本书可作为畜牧兽医、饲料、食品、应用生物技术和生物工程等领域或相关专业的研发人员、教师、研究生、本科生以及相关行业技术行政管理人员的参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

新型安全饲料添加剂研制与开发/王建华主编. —2版. —北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-021338-9

I. 新… II. 王… III. 饲料添加剂-文集 IV. S816.7-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第031870号

责任编辑:李秀伟 王 静/责任校对:张 琪
责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008年9月第 二 版 印张:31

2008年9月第二次印刷 字数:704 000

印数:1 201—2 700

定价:98.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

第二版前言

响应科学出版社生物分社和部分读者的邀请，在《新型安全饲料添加剂研制与开发》（科学出版社，2005）的基础上，我们及时整理了第二版。“新型安全饲料添加剂研制与开发”“863”滚动课题（No. 2004AA246040）于2005年底顺利通过科技部主管部门的验收。第二版新增加的21篇论文是本课题第二次结题验收内容的集中体现，其中12篇为实验研究论文，9篇为文献综述。第二版共含58篇论文，是本课题两期计划执行期间（2001~2005年）所有课题参加人员通过各自创造性劳动形成的集体工作结晶。再次向本课题的所有参与者、管理者对本课题的圆满完成，论文作者、论文发表期刊、科学出版社和读者对本文集第一版、第二版的顺利出版所做出的贡献、支持、帮助和建议一并致以诚挚的谢意。

王建华谨识

2007年11月12日于北京魏公村

第一版前言

动物营养与饲料科学在过去 25 年卓有成效地推动了中国现代养殖业的迅速发展,让亿万城乡居民通过一日三餐享受到了实质的“口惠”。遗憾的是,随着居民动物性食品消费比重不断提高,与饲料安全密不可分的食物安全事件频繁出现,使饲料安全问题日显突出。始作俑者众,当首推抗生素,但抗生素本身绝无过错,错在滥用。毋庸置疑,抗生素给人类健康和动物生产所做贡献功不可没,它延长的人类期望寿命和增加的畜产品数量有据可查;另一方面,治疗和预防用抗生素滥用带来的残留和富集问题已由隐患外化为公害,其对人类生命和健康的危害亦为不争之实。真是“此一时也,彼一时也”。“正复为奇,善复为妖”如斯,让春秋末年老子提出的“祸兮,福之所倚;福兮,祸之所伏”这一古代哲学命题直逼 2500 多年后的当代饲料科学技术工作者。

如何走出饲料用抗生素的“利弊”怪圈和“安全”困扰?如何在畜牧业中科学合理使用抗生素,使其“方而不割、廉而不刲”,做到扬长避短、物尽其用,探索科学可行的解决方案大有文章可做。众所周知,养殖业成本三分之二由饲料组成,饲料核心技术是添加剂技术。应用生物技术研究开发新型安全饲料添加剂从基础技术层面上帮助解决以上问题当可有所作为。“曲突徙薪”、“疏堵并举”、“标本兼治”的方略已经成为解决饲料安全问题的业界共识,并同时上升到国家政府决策层面。1999 年颁布施行、2001 年修订了《饲料和饲料添加剂管理条例》,现共有 5 个专门配套管理办法;2002 年《农业部第 193 号公告》禁止 21 种兽药在动物中使用;2003 年农业部等三部(局)联合出台《禁止在饲料和动物饮用水中使用的药物品种目录》(第 176 号文件)禁用品种多达 40 种。足见保障饲料安全的国家法规和行政力度之大。2001 年科技部布局“十五”第一批“863”计划,在“现代农业技术主题”中第一次设置了三个安全饲料添加剂总共 10 个产品研制的课题,从国家高技术研发计划层面空前彰显了国家解决饲料安全问题的科技战略思想与力度。

在主持实施“863”课题“新型安全饲料添加剂研制与开发”(编号 2001AA246041;2001~2003 年)过程中,课题组注重贯彻“人才、标准、专利”的国家方针和坚持“定位准、起点高、方法新、特色强”的课题原则,通过 3 年 10 个单位 63 个人的参与和合作,如期完成本课题 8 个产品研制的合同任务,2003 年 12 月 22 日在北京通过了科技部组织的专家组验收。本课题以研制部分饲用常规抗生素的部分替代品和功能饲料添加剂等安全产品为目的,在菊粉内切酶、 β -1,3-1,4-葡聚糖酶基因工程菌株构建、微生态制剂和功能性产品研发方面有所创新:共申请 10 份专利,注册 3 个专利菌株和 4 个新基因序列;鉴定 2 项成果,分别达到国际领先和国际先进水平;获得 6 种新产品批号或证书,建立 6 条产品中试或试生产线和相应产品质量标准;培养了包括 16 名研究生在内的一支人才队伍;论文 39 篇。多种寡糖、青贮剂、活菌制剂、苜蓿素、苹果渣发酵饲料等新产品已经进入中试或产业化,产生直接经济效益 6000 多万元,新增就业岗位 1000 多个。

以分子生物学独领风骚的生命科学是过去 100 年发展最快的科学领域。1951 年, 剑桥大学 Bragg 领导的 Cawendish 实验室正从物理学转向生物大分子结构研究领域, 此时此地刚从美国毕业的 22 岁动物学博士 Watson 和从物理学专业毕业的 35 岁生化博士 Crick 合作 2 年揭示了 DNA 双螺旋结构, 成为 20 世纪生物学最伟大的科学发现, 随着新世纪初人类基因组测序完成, 生物科学与产业高潮迭起, 形成了由生物技术与 IT 技术并驾齐驱领导新世纪经济发展的新格局。1985~1988 年在华中农业大学完成涉及 SOD 的硕士论文期间我记住了另一科学发现: 1969 年在 Duke 大学医学中心从化学专业毕业的生化博士 McCord 在导师 Fridovich 指导下首次揭示了 SOD 的催化机理, 以后 35 年形成了生命科学的又一奇葩“生物活性氧代谢学说”, 带动生理学、医学、药学、病理学、遗传育种科学等学科焕发了生机。以上科学发现经典和过往 26 年从学生涯给我几点启示: 第一, 学科交叉催生重大科学发现, 作为职业研究人员不可作茧自缚, 既要学习本学科的新知识还要学习邻近学科的知识并兼收并蓄与博采众长, 不仅要独善其身更要善于合作; 第二, 青年充满了创新活力, 他们是许多重大科学发现的主力军, 作为研究生导师既要树立求真务实的严谨学风还要善于激发、保护和珍视学生的创造天性; 第三, 为学从研应尚科学规律切戒功利和短视, 作为课题协调人必当持有宽容和宁静、敏锐和睿智、耐心和执着的境界。

秉上心得, 课题组十分重视发挥研究生和年轻研究人员的创新潜能、不同单位和人员的合作互补优势、最新生物技术与饲料科学的学科交叉优势。现付梓出版的“新型安全饲料添加剂研制与开发”课题论文集(下简称“本文集”)有 17 篇论文第一作者是研究生, 占总数 42.5%; 35 岁以下第一作者论文 21 篇占总数 52.5%; 第一作者年龄跨越 3~4 代, 有年近八秩的老专家也有 20 多岁的在读研究生; 合作论文 38 篇占总数 95%; 署名作者单位共 15 个。论文内容覆盖生化与分子生物学、微生物学、植物和动物生理学、植物和动物营养学、作物栽培学等不同学科; 研究手段涉及基因工程、生化工程、发酵工程、天然活性成分分离提取工程和色谱检测方法等不同技术。按栏目分, 综述类论文 9 篇、基因工程与生化工程类 10 篇、微生物与微生态制剂类 5 篇、功能性产品类 6 篇、功能性产品原料作物栽培类 4 篇、方法与检测类 5 篇。论文专业差异大、水平不一、文风各异、中英文并存, 部分论文之间有交叉痕迹甚至观点相左。本文集全面反应了“新型安全饲料添加剂研制与开发”课题研究取得的最新进展, 除综述外, 30 篇实验论文来自本课题的原始研究结果。本文集内容反应的思路、观点、技术、方法和结果惟其时效强而难掩瑕疵、也因所涉学科宽泛而欠精当, 以及为求凸现主题而留偏颇之嫌。需要指出的是, 本文集所标榜的“新型”和“安全”其实都是相对的, 既无意全盘否定饲用抗生素的历史和现实作用, 更不敢奢望仅靠本文集这些熟化程度不一的成果能将复杂的饲料安全工程毕其功于一役; 与此同时, 面对国际国内禁用和少用饲料抗生素的呼声与行动日趋紧迫的大势和潮流, 作为国家饲料科学研究领域的一线人员我们无法熟视无睹和充耳不闻, 或坐而论或起而行, 意欲量力而行以尽职责, 于是产生了将已验收“863”课题“新型安全饲料添加剂研制与开发”的主要论文结集出版的想法并得到相关各方积极响应与支持, 假如本文集的出版能对我国新世纪安全饲料添加剂科学研究和生产实践的可持续健康发展起到抛砖引玉的作用, 那就足慰初衷。

本文集论文约有三分之二已发表或已被接受, 少数论文将稍晚于本文集发表; 部分

论文内容已申请专利或公开或授权；已发表论文按本次结集出版的统一格式要求统稿并根据后续研究结果做了必要更新；部分论文同时受到国家自然科学基金、“948”引进国际先进农业科学技术项目、科技部农业科技成果转化基金和农业部农业科技成果转化示范项目等其他基金交叉支持；这些信息在相关论文均有附注说明。

“新型安全饲料添加剂研制与开发”课题的前三年（2001~2003）计划从项目管理角度验收结题了，但科学研究本无穷期，路漫漫其修远兮；今年仲春同名课题的后两年（2004~2005）滚动计划已经启动（编号 2004AA246040），我们未敢须臾懈怠，两年时间何其短，但能争朝夕！

感谢本课题主管部门——科学技术部农村与社会发展司、中国农村技术开发中心、“863”现代农业技术主题专家组对本课题立项与执行和本文集出版的支持。

感谢课题组全体成员、本文集全体作者为完成本课题和出版本文集付出的辛勤劳动和通力合作。

感谢浙江大学魏凌云和蔡成岗两位博士研究生参与了本文集清样稿的校读。

感谢科学出版社为本文集出版给予的积极而有成效的支持和合作。

最后请允许我代表课题组全体成员谨以此文集权充一份考试答卷聊以回馈关怀、支持和帮助本课题顺利完成的所有人士！真诚希望得到您一如既往的支持和您与其他同行对于本文集的批评与教正，以利于我们改进后续研究工作，是为至祈！

王建华谨识

2004年6月26日于北京魏公村

目 录

第二版前言

第一版前言

一 综 述

生物饲料添加剂创新研究和产业发展的现状与对策	王建华 杨雅麟 滕 达 张 帆 (3)
安全饲料添加剂——动物微生态制剂研发现状与展望	王建华 李桂杰 (13)
饲料酶对养殖业的贡献述评	王建华 杨雅麟 (21)
微生物低聚果糖合成酶及其应用研究述评	王建华 (31)
微生物菊粉酶基因结构、酶学性质与应用研究进展	王建华 (42)
基因工程巴斯德毕赤酵母 (<i>Pichia pastoris</i>) 表达外源蛋白的优化策略	樊 英 滕 达 王建华 (52)
菊粉研究的回顾与展望	魏凌云 王建华 郑晓冬 杨雅麟 (59)
微生物 β -1,3-1,4-葡聚糖酶酶学性质和基因工程研究进展	滕 达 王建华 (68)
细菌 β -1,3-1,4-葡聚糖酶分子改造和表达策略	樊 英 王建华 滕 达 (76)
肠膜明串珠菌右旋糖苷蔗糖酶的研究进展	罗 靳 杨雅麟 王建华 (81)
乳铁蛋白肽 (Lactoferricin) 作用机制研究进展	冯兴军 王建华 杨雅麟 滕 达 刘立恒 (87)
新型抗菌肽 Lactoferricin 结构与功能关系研究进展	冯兴军 王建华 单安山 (93)
抗菌肽基因工程研究进展及转基因表达策略	冯兴军 王建华 单安山 (100)
α -螺旋型抗菌肽结构参数与功能活性的关系	董天堂 田子罡 王建华 (106)
功能性抗氧化肽制备与机制研究进展	王嘉榕 滕 达 田子罡 胡建成 王建华 (112)
提高苹果渣功能性价值的发酵技术研究进展	刘立恒 王建华 (120)

二 基因工程与生物化学工程

牛乳铁蛋白肽在大肠杆菌中的融合表达	冯兴军 王建华
... 单安山 滕 达 杨雅麟 姚 怡 杨官品 邵彦春 刘 硕 张 帆 (143)	
LFCINB 衍生肽 LFCINB15-W4,10 的多聚体构建及在大肠杆菌中的融合表达	
... 田子罡 滕 达 杨雅麟 罗 靳 冯兴军 樊 英 张 帆 王建华 (157)	
黑曲霉菊粉内切酶基因克隆及序列分析	
... 滕 达 王建华 杨雅麟 张 帆 姚 怡 (159)	
黑曲霉 <i>Aspergillus niger</i> 9891 菊粉内切酶基因克隆及在嗜甲醇毕赤酵母 <i>Pichia methanolica</i> 中的表达	王建华 滕 达 姚 怡 杨雅麟 张 帆 (175)

黑曲霉 <i>Aspergillus niger</i> 9891 菊粉内切酶基因在巴斯德毕赤酵母 <i>Pichia pastoris</i> 中的表达	王建华 滕 达 姚 怡 杨雅麟 张 帆 (184)
地衣芽孢杆菌 <i>Bacillus licheniformis</i> EGW039 BETA-1,3-1,4-葡聚糖酶基因克隆及在嗜甲醇毕赤酵母 <i>Pichia methanolica</i> 中的表达	滕 达 王建华 姚 怡 张帆 杨雅麟 刘立恒 (191)
来源于地衣芽孢杆菌 EGW039 (CGMCC0635) 的 β -1,3-1,4-葡聚糖酶的基因克隆及其在大肠杆菌中的表达	滕 达 王建华 樊 英 杨雅麟 田子罡 罗 靳 杨官品 张 帆 (206)
地衣芽孢杆菌来源的 β -1,3-1,4-葡聚糖酶基因的密码子优化及其在毕赤巴斯德酵母中的表达	滕 达 樊 英 杨雅麟 田子罡 罗 靳 王建华 (223)
出芽短梗霉产果糖基转移酶 (FTase) 发酵和蔗果寡糖 (FOS) 合成研究	王建华 杨雅麟 滕 达 张 帆 (224)
一种新的 β -D-果糖基转移酶选择性生产 GF ₂ 低聚果糖的研究	杨雅麟 王建华 滕 达 张 帆 (230)
日本曲霉 β -果糖基转移酶伴随酵母培养制备高纯度果寡糖	杨雅麟 王建华 滕 达 张 帆 (246)
产右旋糖苷蔗糖酶细菌筛选及其产酶初步研究	邵彦春 王建华 杨雅麟 陈福生 滕 达 张 帆 (247)
肠膜明串珠菌右旋糖苷蔗糖酶基因的克隆及序列分析	邵彦春 王建华 滕 达 陈福生 杨雅麟 张 帆 谢笔钧 (252)
肠膜明串珠菌右旋糖苷蔗糖酶在大肠杆菌中的表达及其性质	杨雅麟 罗 靳 王建华 滕 达 田子罡 (274)
用玉米芯酶法制备低聚木糖	王 海 李里特 石 波 (275)
橄榄绿链霉菌 E-86 木聚糖酶在玉米芯粉上的吸附特性	李里特 王 海 石 波 (286)
从菊芋块茎中提取菊粉的技术条件的研究	魏凌云 王建华 郑晓东 滕 达 杨雅麟 蔡成岗 冯天华 张 帆 (299)
菊苣中菊粉提取工艺条件的研究	华承伟 谢凤珍 王建华 (300)

三 微生物学与微生态制剂

筛选的乳酸杆菌的有关生物学特性研究	刘立恒 王建华 张 帆 杨雅麟 滕 达 (309)
嗜酸乳杆菌培养条件及生物学特性研究	张 帆 王建华 刘立恒 杨雅麟 滕 达 (317)
嗜酸乳杆菌和乳酸链球菌混合培养及产物分析	张 帆 王建华 杨雅麟 滕 达 刘立恒 (324)
菊粉寡糖促进嗜酸乳杆菌生长的研究	张 帆 王建华 刘立恒 杨雅麟 滕 达 (331)
青贮乳酸菌的发酵生物量研究	

..... 李军训 张 帆 刘立恒 王建华 高 洁 杜金华 (336)	
中草药益生菌抗球虫联合制剂研制	
..... 黄 忠 周响艳 王建华 李桂杰 李军训 陈 伟 (343)	
细菌接种剂对玉米青贮质量、体外消化率、奶牛生产性能影响的研究	
..... 王建华 吴子林 Michael K Woolford 刁其玉 蔡辉益 (360)	

四 功能性饲料与添加剂

微生物发酵提高豆粕营养品质的研究	
..... 滕 达 曾 超 王建华 田子昱 杨雅麟 (363)	
产阮假丝酵母降解棉粕棉酚的优化研究	
..... 何 涛 滕 达 张海军 武书庚 齐广海 王建华 (371)	
乳酸杆菌和酵母菌联合发酵苹果渣的研究	
..... 刘立恒 王建华 张 帆 杨雅麟 滕 达 (381)	
苹果发酵饲料对奶牛产奶量的影响	
..... 张乃峰 刁其玉 曹 波 郝介名 陈立新 (388)	
苹果发酵饲料对奶牛产奶性能和疾病的影响	
..... 刁其玉 屠 焰 高 飞 曹 波 张 兴 谢仙兰 宋惠亭 (392)	
原花青素对几种病原菌抑菌作用的研究	
..... 孔 林 陈福生 王建华 朱 海 周俊斌 (400)	
苜蓿成分在体外对鸡外周血淋巴细胞增殖的作用	
..... 高微微 李 展 萨仁娜 佟建明 (406)	
苜草素对肉仔鸡和仔猪生产性能的影响	
..... 佟建明 萨仁娜 单之玮 朱锡明 张 琪 (410)	

五 功能性饲料原料作物栽培

宁夏沙荒地四种菊芋栽培模式试验	徐长警 王建华 徐自清 郝凤歧 (419)
宁夏沙荒地菊芋种植肥料试验	徐长警 王建华 徐自清 郝凤歧 (425)
不同生态型紫花苜蓿黄酮及皂苷含量的比较	
..... 高微微 李 展 刘小丽 萨仁娜 佟建明 (433)	
不同生育期的苜蓿中黄酮、皂苷和总糖成分含量变化研究	
..... 高微微 李 展 刘小丽 萨仁娜 佟建明 (438)	

六 方法与检测

离子色谱法测定菊芋和菊苣中菊糖	王建华 张 帆 滕 达 杨雅麟 (445)
薄层层析法分离菊芋汁中的低聚糖	杨雅麟 王建华 张 帆 滕 达 (452)
猪源性乳酸杆菌快速筛选模型的建立	
..... 刘立恒 王建华 张 帆 杨雅麟 滕 达 (454)	
粪链球菌特性及活菌计数检验	张 帆 滕 达 王建华 (459)
植物乳杆菌和戊糖片球菌活菌计数检测	张 帆 刘立恒 滕 达 王建华 (463)

关键词索引	(466)
作者索引	(472)

CONTENTS

PREFACE FOR SECOND EDITION

PREFACE FOR FIRST EDITION

1 REVIEW

ON STRATEGY OF CREATIVE RESEARCH AND INDUSTRY DEVELOPMENT FOR BIO-FEED ADDITIVES IN CHINA	
..... Wang Jian-Hua Yang Ya-Lin Teng Da Zhang Fan (12)	
A REVIEW ON STUDIES AND APPLICATION OF SAFETY FEED ADDITIVES—MICRO-ECOLOGICAL PREPARATIONS	
..... Wang Jian-Hua Li Gui-Jie (20)	
A REVIEW ON CONTRIBUTION OF FEED ENZYMES TO ANIMAL HUSBANDRY	
..... Wang Jian-Hua Yang Ya-Lin (29)	
A REVIEW ON STUDIES FOR FRUCTO-OLIGOSACCHARIDES AND THEIR SYNTHESIS ENZYMES FROM MICROORGANISM ...	
..... Wang Jian-Hua (41)	
REVIEW ON GENE STRUCTURE, ENZYMOLOGY, FERMENTATION AND APPLICATION STUDIES ON MICROORGANISM INULINASE	
..... Wang Jian-Hua (51)	
A REVIEW ON EXPRESSION OPTIMIZATION OF HETEROLOGOUS PROTEIN IN <i>PICHA PASTORIS</i>	
..... Fan Ying Teng Da Wang Jian-Hua (57)	
REVIEW AND PROSPECT FOR INULIN RESEARCH	
..... Wei Ling-Yun Wang Jian-Hua Zheng Xiao-Dong Yang Ya-Lin (66)	
REVIEW ON STUDIES FOR THE ENZYMOLOGY AND GENE ENGINEERING OF β -1,3-1,4-GLUCANASE FROM MICROORGANISM	
..... Teng Da Wang Jian-Hua (75)	
THE STRATEGIES OF MOLECULAR MODIFICATION AND EXPRESSION FOR BACTERIAL β -1,3-1,4-GLUCANASE	
..... Fan Ying Wang Jian-Hua Teng Da (80)	
A REVIEW ON THE RESEARCH PROGRESS AND PROSPECT OF THE <i>LEUCONOSTOC MESENTEROIDES</i> DEXTRANSUCRASE	
..... Luo Jin Yang Ya-Lin Wang Jian-Hua (86)	
A REVIEW OF RESEARCHES ON THE MECHANISM OF LACTOFERRICIN ACTION	
..... Feng Xing-Jun Wang Jian-Hua Yang Ya-Lin Teng Da Liu Li-Heng (92)	

ADVANCES ON THE BIO-FUNCTIONS OF LACTOFERRICIN AND ITS APPLICATION RESEARCHES	
.....	Feng Xing-Jun Wang Jian-Hua Shan An-Shan (98)
PROGRESS OF ANTIBACTERIAL PEPTIDES ON GENETIC ENGINEERING AND THE STRATEGY OF TRANSGENIC EXPRESSION	
.....	Feng Xing-Jun Wang Jian-Hua Shan An-Shan (105)
THE STRUCTURAL PARAMETERS-FUNCTIONAL ACTIVITY RELATIONSHIP OF ALPHA-HELICAL ANTIMICROBIAL PEPTIDES	
.....	Dong Tian-Tang Tian Zi-Gang Wang Jian-Hua (111)
PREPARATION AND MECHANISM OF FUNCTIONAL ANTIOXIDANT PEPTIDES	
... Wang Jia-Rong Teng Da Tian Zi-Gang Hu Jian-Cheng Wang Jian-Hua (119)	
A REVIEW ON STUDIES FOR HIGH-VALUED BIOACTIVE APPLE POMACE VIA MICROBE FERMENTATION	
.....	Liu Li-Heng Wang Jian-Hua (127)

2 GENE ENGINEERING AND BIOCHEMICAL ENGINEERING

FUSION EXPRESSION OF BOVINE LACTOFERRICIN IN <i>ESCHERICHIA COLI</i>	
.....	Feng Xing-Jun Wang Jian-Hua Shan An-Shan Teng Da Yang Ya-Lin Yao Yi Yang Guan-Pin Shao Yan-Chun Liu Shuo Zhang Fan (131)
MULTIMERIZATION AND FUSION EXPRESSION OF BOVINE LACTOFERRICIN DERIVATIVE LFCINB15-W4,10 IN <i>ESCHERICHIA COLI</i> ...	
.....	Tian Zi-Gang Teng Da Yang Ya-Lin Luo Jin Feng Xing-Jun Fan Ying Zhang Fan Wang Jian-Hua (144)
CLONING AND SEQUENCE ANALYSIS ON ENDOINULINASE FROM <i>ASPERGILLUS NIGER</i> 9891 (CGMCC0991)	
.....	Teng Da Wang Jian-Hua Yang Ya-Lin Zhang Fan Yao Yi (166)
CLONING AND EXPRESSION OF <i>ASPERGILLUS NIGER</i> 9891 ENDOINULINASE IN <i>PICHIA METHANOLICA</i>	
.....	Wang Jian-Hua Teng Da Yao Yi Yang Ya-Lin Zhang Fan (167)
EXPRESSION OF <i>ASPERGILLUS NIGER</i> 9891 ENDOINULINASE IN <i>PIC-HIA PASTORIS</i>	
.....	Wang Jian-Hua Teng Da Yao Yi Yang Ya-Lin Zhang Fan (176)
CLONING AND EXPRESSION OF <i>BACILLUS LICHENIFORMIS</i> EGW039 BETA-1,3-1,4-GLUCANASE IN <i>PICHIA METHANOLICA</i>	
...Teng Da Wang Jian-Hua Yao Yi Zhang Fan Yang Ya-Lin Liu Li-Heng (185)	
CLONING OF β -1,3-1,4-GLUCANASE GENE FROM <i>BACILLUS LICHENIFORMIS</i> EGW039 (CGMCC 0635) AND ITS EXPRESSION IN <i>ESCHERICHIA COLI</i> BL21 (DE3)	
Teng Da Wang Jian-Hua Fan Ying Yang Ya-Lin Tian Zi-Gang Luo Jin Yang Guan-Pin Zhang Fan (193)	

CODON OPTIMIZATION OF <i>BACILLUS LICHENIFORMIS</i> β -1,3-1,4-GLUCANASE GENE AND ITS EXPRESSION IN <i>PICHIA PASTORIS</i> ...	
...Teng Da Fan Ying Yang Ya-Lin Tian Zi-Gang Luo Jin Wang Jian-Hua (207)	
STUDY ON β -D-FRUCTOSYLTRANSFERASE (FTASE) FROM <i>AUREOBASIDIUM PULLULANS</i> AND FRUCTO-OLIGOSACCHARIDES (FOS) SYNTHESIS FROM SUCROSE	
..... Wang Jian-Hua Yang Ya-Lin Teng Da Zhang Fan (229)	
STUDY ON SELECTIVE PRODUCTION OF GF ₂ -FRUCTOOLIGOSACCHARIDE FROM SUCROSE BY A NEW BETA-D-FRUCTOSYLTRANSFERASE FROM <i>AUREOBASIDIUM PULLULANS</i> FW9901	
..... Yang Ya-Lin Wang Jian-Hua Teng Da Zhang Fan (235)	
PREPARATION OF HIGH PURITY FRUCTO-OLIGASACCHARIDES BY <i>ASPERGILLUS JAPONICUS</i> β -FRUCTOSYLTRANSFERASE AND SUCCESSIVE CULTIVATION WITH YEAST	
..... Yang Ya-Lin Wang Jian-Hua Teng Da Zhang Fan (236)	
A PRELIMINARY STUDY ON SCREENING OF A <i>LEUCONOSTOC MESENTEROIDS</i> PRODUCING DEXTRANSUCRASES AND FERMENTATION FOR THE ENZYME SECRETION ... Shao Yan-Chun Wang Jian-Hua	
..... Yang Ya-Lin Chen Fu-Sheng Teng Da Zhang Fan (251)	
CLONING AND SEQUENCE ANALYSIS OF GENE CODING FOR DEXTRANSUCRASE FROM <i>LEUCONOSTOC MESENTEROIDES</i>	
..... Shao Yan-Chun Wang Jian-Hua Teng Da Chen Fu-Sheng Yang Ya-Lin	
Zhang Fan Xie Bi-Jun (259)	
EXPRESSION AND CHARACTERIZATION OF DEXTRANSUCRASE GENE <i>DSRX</i> FROM <i>LEUCONOSTOC MESENTEROIDES</i> IN <i>ESCHERICHIA COLI</i>	
..... Yang Ya-Lin Luo Jin Wang Jian-Hua Teng Da Tian Zi-Gang (260)	
A STUDY ON PREPARATION FOR XYLOOLIGOSACCHARIDES FROM CORNCOB VIA XYLANASE	
..... Wang Hai Li Li-Te Shi Bo (279)	
ADSORPTION PROPERTIES OF XYLANASE FROM <i>STREPTOMYCES OLIVACEOVIRDIS</i> E-86 ON POWDERED COMPONENTS OF CORNCOB	
..... Li Li-Te Wang Hai Shi Bo (280)	
STUDIES ON THE EXTRACTING TECHNICAL CONDITIONS OF INULIN FROM JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS	
Wei Ling-Yun Wang Jian-Hua Zheng Xiao-Dong Teng Da Yang Ya-Lin	
Cai Cheng-Gang Feng Tian-Hua Zhang Fan (287)	
STUDY ON EXTRACTING INULIN FROM CHICORY POWDER	
..... Hua Cheng-Wei Xie Feng-Zhen Wang Jian-Hua (306)	

3 MICROBIOLOGY AND MICRO-ECOLOGICAL PREPARATION

- STUDIES ON BIOLOGICAL CHARACTERISTICS FOR THE *LACTOBACILLUS* SPP. SCREENED
 Liu Li-Heng Wang Jian-Hua Zhang Fan Yang Ya-Lin Teng Da (316)
- IMPACT OF CULTIVATION CONDITIONS ON BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*
 Zhang Fan Wang Jian-Hua Liu Li-Heng Yang Ya-Lin Teng Da (323)
- CONDITION OPTIMIZATION AND PRODUCT ANALYSIS FOR CO-CULTIVATION OF *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* AND *STREPTOCOCCUS LACTIS ACIDI*
 Zhang Fan Wang Jian-Hua Yang Ya-Lin Teng Da Liu Li-Heng (330)
- A STUDY OF INULIN ON GROWTH AND REPRODUCTION OF *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*
 Zhang Fan Wang Jian-Hua Liu Li-Heng Yang Ya-Lin Teng Da (335)
- THE STUDY ON BIOMASS IN FERMENTATION OF LACTIC ACID BACTERIA USED FOR SILAGE Li Jun-Xun
 Zhang Fan Liu Li-Heng Wang Jian-Hua Gao Jie Du Jin-Hua (342)
- A STUDY ON THE COMBINED PREPARATION OF PROBIOTIC AND CHINESE HERBS AGAINST OCCIDIOSIS
 Huang Zhong Zhou Xiang-Yan
 Wang Jian-Hua Li Gui-Jie Li Jun-Xun Chen Wei (348)
- A STUDY ON THE EFFECT OF THE BACTERIAL INOCULANT ON CORN SILAGE QUALITY, DIGESTIBILITY AND PERFORMANCE IN DAIRY CATTLE Wang Jian-Hua Wu Zi-Lin Michael K Woolford
 Diao Qi-Yu Cai Hui-Yi (349)

4 FUNCTIONAL FEED AND FEED ADDITIVES

- STUDIES ON MICROORGANISM FERMENTATION IMPROVING NUTRITIONAL QUALITY OF FEED SOYBEAN MEALS
 ... Teng Da Zeng Chao Wang Jian-Hua Tian Zi-Gang Yang Ya-Lin (369)
- BIO-DETOXIFICATION OPTIMIZATION FOR GOSSYPOL IN COTTONSEED MEAL He Tao Teng Da
 Zhang Hai-Jun Wu Shu-Geng Qi Guang-Hai Wang Jian-Hua (380)
- A STUDY ON FERMENTATION WITH *LACTOBACILLUS* SP T29 AND A YEAST NUMBERED M₁ ON APPLE POMACE
 Liu Li-Heng Wang Jian-Hua Zhang Fan Yang Ya-Lin Teng Da (387)
- THE EFFECTS OF FERMENTED APPLE POMACE ON MILK YIELD OF DAIRY COWS

- Zhang Nai-Feng Diao Qi-Yu Cao Bo Hao Jie-Ming Chen Li-Xin (391)
 THE EFFECT OF FERMENTED APPLE POMACE ON PERFORMANCE AND
 IMMUNITY FOR LACTATING DAIRY CATTLE Diao Qi-Yu
 Tu Yan Gao Fei Cao Bo Zhang Xing Xie Xian-Lan Song Hui-Ting (399)
 STUDY OF EFFECT OF PROCYANIDINS ON SEVERAL FOOD-BORNE P-
 ATHOGENS
 Kong Lin Chen Fu-Sheng Wang Jian-Hua Zhu Hai Zhou Jun-Bin (405)
 EFFECT OF COMPONENTS OF LUCERNE ON THE CHICKEN LYMPHO-
 CYTE PROLIFERATION
 Gao Wei-Wei Li Zhan Sa Ren-Na Tong Jian-Ming (409)
 EFFECTS OF MUCAOSU ON THE PERFORMANCE OF BROILER AND SWINE
 Tong Jian-Ming Sa Ren-Na Shan Zhi-Wei Zhu Xi-Ming Zhang Qi (415)

5 CULTIVATION OF FUNCTIONAL FEED RAW MATERIAL CROP

- A STUDY OF FOUR CULTIVATION MODES OF JERUSALEM ARTICHOKE
 UNDER DESERT CONDITION IN NINGXIA
 Xu Chang-Jing Wang Jian-Hua Xu Zi-Qing Hao Feng-Qi (424)
 EFFECT OF FERTILIZER ON TUBER YIELD OF JERUSALEM ARTICHOKE
 UNDER DESERT CONDITION IN NINGXIA
 Xu Chang-Jing Wang Jian-Hua Xu Zi-Qing Hao Feng-Qi (432)
 COMPARISON STUDY ON THE TOTAL SAPONINS AND FLAVONES CON-
 TENT AMONG DIFFERENT ECOTYPIC ALFALFA (*MEDICAGO SAT-*
IVA L.) Gao Wei-Wei Li Zhan Liu Xiao-Li Sa Ren-Na
 Tong Jian-Ming (436)
 A STUDY ON FLAVONES, SAPONINS AND SUGAR IN ALFALFA (*MED-*
ICAGO SATIVA L.) AT DIFFERENT GROWTH STAGES
 Gao Wei-Wei Li Zhan Liu Xiao-Li Sa Ren-Na Tong Jian-Ming (442)

6 ASSAYS AND DETECTION

- ION CHROMATOGRAPHIC SEPAERATION AND DETERMINATION OF INU-
 LENIN IN TUBER OF JERUSALEM ARTICHOKE AND CHICORY ROOT
 WITH PULSED AMPEROMETRIC DETECTION
 Wang Jian-Hua Zhang Fan Teng Da Yang Ya-Lin (449)
 SEPARATION OF OLIGOSACCHARIDES IN JUICE OF JERUSALEM ARTI-
 CHOKE BY THIN LAYER CHROMATOGRAPHY
 Yang Ya-Lin Wang Jian-Hua Zhang Fan Teng Da (453)
 MODELING FOR QUICK SCREENING AND ISOLATION OF *LACTOBACIL-*
LUS SPP. FROM PIG FECES
 Liu Li-Heng Wang Jian-Hua Zhang Fan Yang Ya-Lin Teng Da (458)