

水产养殖学专业实验实习教材

水产动物机能学 实验

桂远明 主 编



中国农业出版社

水产养殖学专业实验实习教材

水产动物机能学实验

桂远明 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水产动物机能学实验 / 桂远明主编. —北京: 中国农业出版社, 2004. 10

水产养殖学专业实验实习教材

ISBN 7-109-09148-1

I. 水... II. 桂... III. 水产动物—机能(生物)—生理实验—教材 IV. S917.4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 104521 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李国忠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 22

字数: 385 千字

定价: 34.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序

大连水产学院于“九五”和“十五”期间先后承担原国家教委“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”03-4-3 项目“水产养殖学专业（本科）教学内容、课程体系及人才培养方案改革的研究与实践”和教育部“新世纪高等教育教学改革工程”1292B0611 项目“水产养殖学专业（本科）实践教学创新体系的建立与实践”。两项改革的研究与实践工作历经 10 年，取得可喜的成绩，明显提高了实践教学质量和综合水平。

第一项研究工作创建了“水产养殖学专业（本科）人才培养模式”，初步建立“水产养殖学专业（本科）实践教学体系”，出版教材 7 部，公开发表论文 20 余篇。第二项研究工作在前期工作的基础上，经过整合与深化，构建并完善“水产养殖学专业实践教学创新体系”，创建“化学和生物学系列课实验教学新体系”，完善“综合教学实习和生产实习教学体系”，创建“生产实习效果调查体系及其质量评价指标体系”（生产实习管理机制），公开发表论文近 20 篇，出版水产养殖学专业实验实习教材 6 部，分别为《综合教学实习与生产实习》、《化学实验》、《动物学实验》、《水生生物学（水产饵料生物学）实验》、《水产动物机能学实验》和《鱼类学实验》。

综合教学实习教学体系的创建，是针对招生数量大幅度增加和教学时间相对缩短（教学计划总学时和课程学时减少），以及学生的分析问题与解决实际问题等实践能力也不令人满意等实际情况，改变过去单门课程的教学实习方式，力求专业基础课尽快结合水产养殖业的实际进行教学，采取多门专业基础课密切协作的方式，以养殖水域渔业资源调查为综合教学实习内容和协作的结合点，培养学生运用多门课程的有关知识和技能，以及分析与解决养殖水域生态学和渔业资源调查的综合能力。

生产实习新教学体系及其管理机制的构建，是 20 余年教学实践的经验总结，全面系统阐述了其内容结构、教学目标与成绩考核、实施条件和管理机制等；通过跟班参加主要生产环节劳动，结合生产实际的研讨会，以及开展科学小试验等科学、高效的教学方式，对培养学生的创新精神、实践能力、创业魄力和综合素质诸方面都起到重要作用，效果显著；创建与实施生产实习效果调查和质量评价指标体系等管理与激励相结合的管理机制，保证和提高了实习质

量,促进了生产实习工作。

化学和生物学等5门系列实验课教学体系的创建,也是多年来实践教学改革的研究与实践的总结,把与水产动物体内变化机理有关的生物化学、动物生理学和水产动物营养与饲料学等机能学系列课和与水产养殖生态环境有关的化学系列课,以及水产饵料生物学、动物学、鱼类学等生物学系列课,进行实验教学内容的删减、整合、优化和更新,创建各自独立开设的实验课。各门实验课的教学内容体系统一规范为基础实验、综合性应用实验和研究(设计)型实验。三个阶段的实验教学目标分别为:“基础实验”是培养学生掌握实验科学的基本理论、基本知识、基本方法、基本技能和使其受到科学素质的基本训练;“综合性应用实验”是培养学生综合运用多门实验课的实验方法与技能,以及本实验课的基础实验的基本方法与技能,调查与评价养殖水域渔业资源或综合测定分析水产动物机能的正常及异常指标;“研究(设计)型实验”是使学生从不同学科的角度受到科学研究的初步训练。

《水产动物机能学实验》以动物生理机能为主线,进行分子、细胞组织、器官系统等三个水平的实验方法、实验技术和思维能力的训练与培养。《化学实验》是将无机化学、有机化学、分析化学和水化学等4门课的实验内容,通过整合、优化,创建为独立开设的化学实验课,其实验内容体系充分体现了水产养殖学专业培养目标对化学实验的基本理论、基本知识和基本技能的基本要求,也较好地反映了培养学生具有较高的化学实践能力和一定的科学素质等实验教学的改革目标。

《水生生物学(水产饵料生物学)实验》、《动物学实验》和《鱼类学实验》等生物学系列课实验教材的“基础实验”分别以无脊椎动物与脊椎动物、水产饵料生物、鱼类等的系统发生为线索,以常见种类和经济种类为代表,观察、测定、解剖其形态结构,鉴别种类,培养学生观察、解剖各种生物的形态和鉴别分类地位的基本方法和技能,熟悉常见和主要经济水产动植物,并掌握其主要生物学特点;“综合性应用实验”以养殖水域和盐水域渔业资源调查与合理利用为基本内容,采集、观察、测定水域生态系统及其微生态系统(潮间带或沿岸、浅海、筏笼、海底等)各类生物组成、密度和生物量及其与生态因子的关系,以及生物学特点,探索与评价水域渔业资源特点和利用前景,巩固所学知识 with 实验技能,学习和掌握新知识、新技术,培养分析、解决实际问题的综合能力和综合性生物科学素质;“研究(设计)型实验”的基本内容包括养殖水域和盐水域渔业资源调查与开发利用,水产饵料生物的生物学及其开发利用,主要水产经济动植物和敌害生物的生物学及其开发利用或防治措施,主要增养殖动物(含名优种类)可持续发育的容量研究等,培养学生独立思考、收

集与处理信息、创新精神、实践能力和科研能力。

6部实践教学教材的出版,固化了大连水产学院水产养殖学专业实践教学改革成果,为进一步广泛提高社会效益以及深入教育教学改革奠定了坚实的基础。这些成果凝聚了项目组近百名同志的辛勤劳动,体现了他们解放思想、转变观念、勇于实践、大胆创新和与时俱进的综合素质,是坚定不移地、持续认真地贯彻执行党和国家的教育方针、《高等教育法》和高等教育教学改革系列精神的结果,是上级领导及其有关人员和大连水产学院领导及其有关管理人员的正确领导与大力支持的硕果。10余年来,通过系统深入地研究与广泛地实践,以及发表论文,参加与召开两岸水产教育交流会及全国性研讨会等多种途径,广泛宣传与交流了研究成果,直接受益学生千余人,间接受益者更多,取得了明显的社会效益;同时,在本项改革的研究与实践全程中,全面带动了大连水产学院生命科学与技术学院的学科建设和学术队伍建设。

多年来的教育教学改革实践,使我们深刻体会到学科(专业)的发展在于持续深化改革,改革的核心在于拼搏与创新,创新的源泉在于学习与实践。时代在前进,社会在发展,科学在进步,我们决心在党中央和国务院的正确领导下,发扬拼搏奉献、团结协作和艰苦奋斗精神,在祖国高等教育教学改革的新程中再创业绩。

“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”03-4-3项目

“新世纪高等教育教学改革工程”1292B0611项目

主持人 刘焕亮

2004年7月

前 言

水产动物机能学是研究动物机体组织器官生理代谢等机能活动规律的科学。水产动物机能学实验系阐述测试动物机能活动正常与异常指标的基本原理和方法。

根据高等教育要“培养具有创新精神和实践能力的高级专业人才”精神和《新世纪水产养殖学专业实践教学创新体系的建立与实践》的总体思路,将分散在《动物生理学》、《生物化学》、《水产动物营养与饲料学》等课程中与水产动物机能学有关的实验内容,经过删减、添加、整合和优化,构建成《水产动物机能学实验》,独立设课。

《水产动物机能学实验》内容体系的创建,严格遵循由浅入深,由简单到复杂,由基础到综合应用、再到研究设计等循序渐进原则和认识规律;其内容包括基础实验、综合性应用实验和研究(设计)型实验3个层次。“基础实验”为机体生理代谢活动的正常指标测定,包括生物大分子、血液及免疫指标、组织器官机能指标和营养物质的消化吸收与代谢指标等基本指标的分析测定;“综合性应用实验”为水产动物生理代谢活动异常指标(受疾病、环境因子、饥饿等营养因子影响)的综合性分析测定;“研究(设计)型实验”为疾病、环境因子和营养因子对水产动物机能活动(生长、发育、免疫等)影响的研究性实验。在教学方式上,认真贯彻以学生为主体和教师为主导以及因材施教的原则,实行必修与选修相结合的方式,前两个层次为必修,后一个层次为选修。

本书以水产动物机能学实验技术为主线,注重实验的整体性和系统性,由浅入深,循序渐进,经过基础实验、综合性应用实验和研究(设计)型实验3个教学阶段,使学生分别掌握其基本方法、基本技能和综合应用技术,培养分析问题和解决问题能力,初步受到动物机能学科研究方法的基本训练。

本书系多门研究动物机能学相关课程实验教学改革的研究与实践成果,其教学内容体系具有科学性和一定的前瞻性。刘焕亮教授对其改革思路和内容体系的构建都进行了具体而有效的指导,并对书稿进行了适当修改。书中收录与列入的实验方法都是经过验证过的,但由于水产养殖动物门类多,皆为外热源(变温)动物,包括低等脊椎动物(鱼类)和各类无脊椎动物(棘皮动物、节

肢动物、软体动物等)，其机能特性的差异很大，而阐述的实验方法多基于鱼类；又由于作者的水平有限，不足与错误之处在所难免，敬请读者批评与指正。

编 者

2004 年 7 月

水产动物机能学实验教学大纲

一、课程的性质、地位与任务

《水产动物机能学实验》是水产养殖学专业新开设的必修课，独立设课，单独考核。其教学内容体系将原《生物化学》、《动物生理学》、《水产动物营养与饲料学》等多门课程中与水产动物机能学有关的实验内容，经过删减、添加、整合而成，由“基础实验”、“综合性应用实验”和“研究（设计）型实验”三部分组成。

本课程是水产养殖学专业重要实验课，也是培养学生掌握水产动物机能学实验技能及其研究方法的惟一的一门综合性实验课。

二、业务培养规格

（一）教学目标

通过系统的实验教学环节，使学生掌握水产动物机能学实验的基本理论、增强基本能力并提高基本素质，培养综合分析为解决有关问题的能力，受到开展水产动物机能学研究的初步训练。其三个实验教学阶段的教学目标分述于下。

1. 基础实验 学习动物的多种生理机能指标的实验技术，掌握营养物质、遗传物质、酶活力、血液组成及其性质、免疫指标、主要组织器官、消化代谢机能等分析测定的基本知识、基本方法和基本技能，培养实验科学素质。

2. 综合性应用实验 综合运用动物机能学实验方法，分析测定水产动物（鱼类、虾类和贝类）在受病害、环境因子、营养因子等影响时的免疫指标和相关生理、生化指标的变化，综合比较分析影响程度，以巩固已学过的实验方法，培养综合分析解决实际问题的能力。

3. 研究（设计）型实验 通过疾病、环境因子、营养因子等对鱼类和贝类影响的研究性实验，使学生受到水产动物机能学科研方法的初步训练。

(二) 教学要求

1. 基础实验 了解和掌握与水产动物机能相关的基础理论知识;掌握生物大分子的测定和相关的电泳、层析等分析手段;掌握组织、器官的机能特性及测定方法;掌握消化酶、同工酶等分析技术;学习水产动物免疫学的测定方法;掌握测定水产动物消化、代谢的实验技术。

2. 综合性应用实验 要求学生应用已掌握的各项基本实验方法与手段,独立进行水产养殖动物各项生理生化、消化代谢及免疫学指标的实验测定工作。

3. 研究(设计)型实验 学习和掌握相关领域的研究方法,具有围绕水产养殖生产需要,设计实验和实施科研方案的能力;了解本领域相关的实验技术的进展。

三、实验内容

(一) 基础实验

基础实验部分共开设 88 个实验,分为 8 种类型,概述于下。

1. 糖类和脂类的分析测定 主要包括糖含量和粗纤维含量、总脂肪、甘油三酯和胆固醇的测定。

2. 蛋白质和氨基酸的分析测定 主要包括蛋白质浓度、血浆纤维蛋白原、蛋白质相对分子质量、血清球蛋白等的主要测定方法。

3. 核酸的分析测定 主要包括核酸浓度测定、RNA 和 DNA 的提取与定量、PCR 基因扩增。

4. 酶活力的分析测定 主要包括消化酶、氧化酶类、各种磷酸酶和主要同工酶的测定方法。

5. 血液组成成分及其性质的分析测定 主要包括鱼类等水产养殖动物的血细胞数量及其主要性质的测定和鱼类渗透压的测定。

6. 免疫指标的分析测定 包括鱼类、虾类主要免疫指标的分析测定。

7. 组织、器官的机能实验 主要包括骨骼肌的收缩特性、神经兴奋传导性、蛙心脏的起搏和收缩与代偿、蛙和鱼心脏灌流、胃肠运动等的观察。

8. 营养、消化和吸收代谢实验 包括营养物质热能、消化率、耗氧率和排氮氧的测定。

(二) 综合性应用实验

1. 不同状态下水产动物免疫功能比较分析 比较分析健康和患病鱼类和虾类的免疫功能。

2. 水产动物抗寒性的比较分析 比较、分析经低温处理后虹鳟、鲤、罗非鱼等生理、生化和免疫指标,探讨其耐寒性能。

3. 水产动物抗污染能力的比较分析 比较分析经水质污染的鱼类和虾类的生理、生化和免疫指标的异常变化。

4. 饥饿及重新投喂对水产动物生长、消化、代谢和免疫机能的影响 比较分析饥饿和重新投喂后主要养殖鱼类生长、消化、代谢和免疫指标的变化。

5. 复合酶对水产动物生长、消化和代谢机能的影响 比较分析复合酶添加饲料对养殖鱼类生理代谢指标变化及对生长的影响。

6. 细胞色素c氧化酶的分离、纯化与活性测定 以鱼类心脏为材料,提取、分离、纯化细胞色素c氧化酶,并测定其活性。

(三) 研究(设计)型实验

1. 疾病对水产动物机能影响的研究型实验 对虾红腿病发病机制和黑鳃病生理、生化和免疫指标的比较研究,鲤肠炎和草鱼出血病的生理、生化和免疫指标变化试验研究等。

2. 环境因子对水产动物机能影响的研究型实验 温度、氨态氮、农药等对养殖鱼类、虾类等生理、生化和免疫指标的影响的试验研究。

3. 营养和非营养因素对水产动物生长和物质利用影响的研究型实验 饥饿对美国红鱼消化、代谢机能的影响,不同脂肪源对牙鲆生长和代谢的影响,美国红鱼营养需要量研究等。

四、教学方式

贯彻以学生为主体和教师为主导的原则,根据实验内容和层次,采用不同的教学方式,前两个阶段为必修,后一阶段为选修。

1. 基础实验 要求学生课前预习,教师讲授实验要点与注意事项,并做必要的示范。教师随时观察学生的实验过程,及时辅导解决疑难问题,详细掌握学生的行为表现。要求学生对实验结果做出分析并进行讨论,提交实验报告。

2. 综合性应用实验 教师跟班全程指导,重点指导、讲授与阶段性总结讲解、研讨相结合,并进行必要的专题讲授。学生独立完成实验,最后对实验结果做出分析讨论,并提交综合实验报告。

3. 研究(设计)型实验 学生在教师的指导下,按学分要求自由选择题目,查阅文献,设计实验方案,实施研究过程,观察记录数据,分析归纳实验结果,撰写实验小论文。

五、考核方式

学生的各个教学阶段的成绩，从预习、提问、实验及其报告、实验理论考试、实验操作考试、小论文等方面全面进行考核；基础实验和综合性应用实验成绩统一核记，研究（设计）型实验的成绩独立进行核记。

六、学时分配

基础实验：84 学时。

综合性应用实验：20 学时。

研究（设计）型实验：60 学时。

目 录

序

前言

水产动物机能学实验教学大纲

第一章 基础实验	1
第一节 糖类和脂类的分析测定	1
实验 1 糖含量的测定 I——硫酸-酚法	1
实验 2 糖含量的测定 II——邻甲苯胺法	3
实验 3 粗纤维含量的测定	5
实验 4 总脂的测定——香草醛法	12
实验 5 粗脂肪(醚浸出物)的测定——索氏抽提法	15
实验 6 甘油三酯的测定	17
实验 7 胆固醇的测定——邻苯二甲醛法	19
第二节 蛋白质和氨基酸的分析测定	20
实验 8 蛋白质含量的测定 I——双缩脲法	21
实验 9 蛋白质含量的测定 II——紫外线吸收法	22
实验 10 蛋白质含量的测定 III——凯氏定氮法	25
实验 11 血浆纤维蛋白原的分析测定	29
实验 12 蛋白质相对分子质量的测定 I——凝胶层析法	31
实验 13 蛋白质相对分子质量的测定 II——SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳法	39
实验 14 血清 γ 球蛋白的分析测定——盐析法	48
实验 15 血清白蛋白和球蛋白的分析测定——盐析法	49
实验 16 醋酸纤维素薄膜电泳分离血清蛋白	51
实验 17 聚丙烯酰胺凝胶盘状电泳分离血清蛋白	57
实验 18 双向聚丙烯酰胺凝胶电泳分离组织蛋白	64
实验 19 氨基酸的分离鉴定——纸层析法	74
第三节 核酸的分析测定	79

实验 20	核酸浓度的测定 I——定磷法	79
实验 21	核酸浓度的测定 II——紫外线吸收法	83
实验 22	酵母 RNA 的提取与 RNA 定量测定	85
实验 23	动物组织中 DNA 的提取与 DNA 定量测定	88
实验 24	质粒 DNA 的提取	91
实验 25	质粒 DNA 的限制性内切酶酶切及琼脂糖凝胶电泳分离、 鉴定	96
实验 26	DNA 核苷酸序列分析	104
实验 27	PCR 基因扩增	110
第四节	酶活力的分析测定	113
实验 28	蛋白酶活力的测定	113
实验 29	胰蛋白酶活力的测定	116
实验 30	淀粉酶活力的测定	119
实验 31	纤维素酶活力的测定	121
实验 32	脂肪酶活力的测定	122
实验 33	过氧化氢酶活力的测定	124
实验 34	酚氧化酶活力的测定	126
实验 35	酸性磷酸酶活力的测定	128
实验 36	碱性磷酸酶活力的测定	131
实验 37	碱性磷酸酶 K_m 的测定	134
实验 38	谷丙转氨酶活力的测定	138
实验 39	谷草转氨酶活力的测定	141
实验 40	胆碱酯酶活力的测定	143
实验 41	超氧化物歧化酶活力的测定	145
实验 42	ATP 酶活力的测定	147
实验 43	溶菌酶活力的测定	150
实验 44	乳酸脱氢酶同工酶的测定	151
实验 45	超氧化物歧化酶同工酶的测定	156
实验 46	酯酶同工酶的测定	159
实验 47	谷丙转氨酶同工酶的测定	161
实验 48	过氧化氢酶同工酶的测定	163
实验 49	苹果酸脱氢酶同工酶的测定	165
第五节	血液组成成分及其性质的分析测定	167
实验 50	红细胞与白细胞的计数	167

实验 51	血红蛋白含量测定	171
实验 52	血涂片制作与白细胞分类计数	175
实验 53	红细胞沉降率的测定	178
实验 54	红细胞比容的测定	179
实验 55	红细胞渗透脆性的测定——浓度梯度法	180
实验 56	血清尿素氮的测定	182
实验 57	鱼类渗透压的调节	184
第六节	免疫指标的分析测定	188
实验 58	硝基蓝四氮唑还原试验	189
实验 59	白细胞杀菌功能的测定	190
实验 60	吞噬细胞吞噬率及吞噬指数的测定	192
实验 61	吞噬细胞吞噬发光率的测定	194
实验 62	E 玫瑰花环的形成试验	195
实验 63	微量 E 玫瑰花环的形成试验	197
实验 64	补体结合试验	199
实验 65	直接凝集试验	203
实验 66	间接血凝试验	207
实验 67	单向琼脂扩散试验	209
实验 68	双向琼脂扩散试验	211
实验 69	免疫电泳	213
实验 70	酶联免疫吸附试验——双抗体夹心法	216
实验 71	斑点酶免疫结合试验——直接法	217
第七节	组织器官的机能实验	219
实验 72	坐骨神经-腓肠肌标本的制备	219
实验 73	刺激强度对骨骼肌收缩的影响	222
实验 74	刺激频率对骨骼肌收缩的影响	225
实验 75	神经干动作电位	227
实验 76	神经兴奋传导速度的测定	229
实验 77	神经兴奋不应期的测定	231
实验 78	蛙心起搏点	232
实验 79	期前收缩与代偿间歇	234
实验 80	蛙心灌流	235
实验 81	鱼类心脏灌流	238
实验 82	离体小肠平滑肌的生理特性	240

实验 83 胃肠运动的观察	242
实验 84 反射中枢活动的某些基本特征及反射弧分析	244
第八节 营养、消化、吸收与代谢机能实验	246
实验 85 营养物质热能的测定	247
实验 86 消化实验——养分消化率的测定	260
实验 87 耗氧率的测定	265
实验 88 氮氮排泄率的测定	267
第二章 综合性应用实验	270
实验 1 不同状态下水产动物免疫功能的比较分析	270
实验 2 水产动物抗寒性的比较分析	272
实验 3 水产动物抗污染能力的比较分析	274
实验 4 饥饿及重新投喂对水产动物生长、消化、代谢和免疫机能 的影响	276
实验 5 复合酶对水产动物生长、消化和代谢机能的影响	278
实验 6 细胞色素 c 氧化酶的分离、纯化与活性测定	280
第三章 研究(设计)型实验	285
第一节 疾病对水产动物机能影响的研究型实验	285
第二节 环境因子对水产动物机能影响的研究型实验	288
第三节 营养和非营养因素对水产动物生长和物质利用影响的研 究型实验	291
附录	295
I. 研究(设计)型实验的基本程序	295
II. 常用仪器介绍	298
III. 常用试剂配制	304
IV. 一些常见蛋白质相对分子质量、等电点参考值	309
V. 营养物质中无机成分的分析与测定	312
VI. 渔用人工配合饲料的配制	322
主要参考文献	333

第一章 基础实验

水产动物机能学实验的基础实验的目的是使学生掌握生理、生化及其他相关课程的基本理论、基本知识、基本方法和基本技能，特别是水产动物机能实验的相关操作技能，使学生能在第二层次综合性应用实验和第三层次的研究（设计）型实验中去灵活熟练地应用这些基本技能和实验方法，研究和解决水产养殖生产实践中的有关问题。

第一节 糖类和脂类的分析测定

糖类和脂类是组织细胞的组成成分，又是重要的能源物质与重要的营养素。测定饲料中和水产动物组织中糖类和脂类含量，是评定饲料的营养价值和评价水产动物营养状况的重要方面。

本节介绍的糖类测定方法主要有硫酸-酚法、邻甲苯胺法等，其中硫酸-酚法最低检出量较低，且方法简便；邻甲苯胺法也较简便，且不需要做无蛋白滤液，较适合血糖含量的检测。测定脂类和血中总脂、胆固醇等含量的方法较多，如索氏抽提法、比色法、荧光法、比浊法、吸附层析、气相层析、酶学法等。在测定饲料及水产动物组织中粗脂肪含量时，一般采用索氏抽提法，操作简便；用香草醛法可直接测定血中总脂含量，方法简便易行；用比色法测定血中胆固醇灵敏、稳定，最为适用。

实验1 糖含量的测定 I——硫酸-酚法

〔目的与原理〕

1. 目的 掌握硫酸-酚法测定糖含量的原理及操作技术，用于测定糖原及葡萄糖的糖含量。

2. 原理 浓硫酸可水解糖苷键，单糖可被浓硫酸脱水形成糠醛或其衍生物（如羟甲基糠醛），糠醛类的化合物同苯酚缩合形成一种橘黄色复合物，最大吸收波长为 498 nm，最低检出量为 10 $\mu\text{g/mL}$ 。

此方法可用于测定单糖、寡糖、多糖，尽管不同的单糖具有不同的最大吸