

廣西大學

博士学位答辩资格审核表

学 院	轻工与食品工程学院		学科专业名称 (与学籍信息一致)		轻工技术与工程			
研究生姓名	牛改改	学号	2116401010		入学日期	2021年9月		
指导教师 (姓名、职称)	刘小玲 教授		学位类型		☒ 学术学位 ☐ 专业学位			
学位成果类型	☒ 学位论文 ☐ 实践成果 (成果形式:)							
学位成果题目	仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制							
质量审核								
评阅情况	送审情况			评审结果				
	聘 请	评阅专家	其中行业专家	专 家 1	专 家 2	专 家 3		
		3 人	0 人					
	回 收	3 份	0 份	85 分	88 分	72 分		
答辩专家组成审核								
答 辩 委 员 会		姓名	职称	是否博导	是否我校 兼职博导	工作单位	备注	
	主席	夏文水	教授	是	否	江南大学		
	委员	于淑娟	教授	是	否	华南理工大学		
		李全阳	教授	是		广西大学		
		李凯	教授	是		广西大学		
		陈山	教授	是		广西大学		
答辩秘书 (姓名、职称)		李宁 助理教授		联系电话		19114620991	答辩 时间、地点	2025年5月24 日 14:00, 轻工 与食品工程学 院 204
学院学位评定分委员会审核意见:				校学位评定委员会办公室备案				
是否同意答辩: ☒ 同意 ☐ 不同意								
学位评定分委员会主席 (签名)								
(单位公章)								
2025年5月20日								
				广西大学研究生院 备案专用章				

注: 1. 本页不足可增页, 增页时, 审核表应双面打印。

2. 根据评阅意见需修改后答辩的, 须附上《博士学位成果修改认定表》。

博士答辩资格简况表

注：本页不足可增页，增页后存档时应双面打印

注：本页不足可增页，增页后存档时应双面打印

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号：2116401010

论文名称：仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制

作者姓名：牛改改

作者学科专业：轻工技术与工程

作者研究方向：植物多糖的生物活性研究

论文题目	仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制	
学科(专业)	轻工技术与工程	
评议项目	评价要素	分档
选题与综述	选题的前沿性和开放性； 研究的理论意义、现实意义； 对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。	良好
基础知识与科研能力	论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业 知识系统深入程度； 论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性； 论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。	良好
研究内容、创新性 及论文价值	对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现； 对解决自然科学或工程技术中重要问题的作用； 论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	良好
学术规范与写作水平	引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性； 文字表述的准确性和流畅性。	良好
总分	85	
总体评价	良好 90>总分≥80	
是否同意答辩	达到博士学位授予要求，同意答辩（90>评阅总分≥80）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	不推荐	

论文编号:715542582
论文题目:仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制

简述推荐理由		
1	仅仅用HP80代表仙草多糖，忽略与多糖接的多酚物质多酚	
对论文熟悉程度		熟悉

对学位论文的学术评语

《仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制》一文选题聚焦于仙草多糖对血糖稳态的调控机制，这是一个与健康 and 疾病预防密切相关的领域。考虑到全球糖尿病患者数量的增加和对功能性食品的需求，该选题具有重要的现实意义和应用价值。

本研究以仙草多糖（HP）中的HP80为研究对象，系统探讨其降血糖活性及作用机制，选题聚焦功能多糖与代谢调控领域，具有重要的理论价值和应用潜力。论文围绕仙草多糖的制备、结构解析及其降血糖作用机制展开系统研究，结合体外消化模型与动物实验，从分子、细胞、动物多层次解析HP的降血糖机制，研究设计层次尚清晰，方法体系尚完整，创新性与逻辑性较强，体现了多学科的交叉融合。尤其是从“淀粉消化抑制”与“胰岛素抵抗改善”双维度解析HP的血糖调控作用，为代谢性疾病的多靶点干预策略提供了新思路。

该论文论文结构合理，行文符合学术规范，论述层次分明，语言尚通顺；体现了该生具有比较扎实的学科理论基础和专业综合运用能力，基本达到博士学位论文水平。

论文的不足之处和建议

- 1、仙草要给出带有花序的图片，因为仙草的变种很多，所以供试材料的学名要鉴定准确；
- 2、用HP80代表所有的仙草多糖不科学，也许是酶解之前的最好？仙草中含有酚酸类成分，包括阿魏酸、咖啡酸、对香豆酸，其中可能存在酯键结合、醚键与糖苷键、醌氨缩合而存在的多酚物质。而多酚类物质的存在可能是HP之所以能够改变淀粉水解酶空间结构的要点。而哪一个类型的HP结合了那种类型的多酚也是未知数；动物实验中HP干预剂量选择的依据是什么？未明确说明，可能会影响结果可比性。
- 3、在HP改善IR的机制中，只聚焦于PI3K-Akt通路，未探讨其他潜在通路的贡献，机制探讨略显单一，且影响结论的严谨性；论文对结果的讨论较为表面，缺乏与同类研究的对比分析。建议在讨论中更深入地分析本研究的创新点与局限性，并与其他植物多糖的研究结果进行比较，突出HP的独特性。
- 4、肠道菌群分析局限于群落组成变化，未通过代谢组学或功能基因预测阐明菌群代谢产物（如短链脂肪酸）在HP调控血糖中的作用，建议后续研究增加此部分内容；
- 5、P157页第一段中“...研究表明，具有肠道菌群调控能力的多糖包括半乳糖、阿拉伯糖、甘露糖、葡萄糖和鼠李糖，以及少量的半乳糖醛酸、葡萄糖醛酸和木糖[338]。.....”描述不严谨，感觉作者把多糖和单糖概念都搞混了。全文统一术语（如“仙草多糖”与“HP”交替出现需规范），缩写词（如IR、GLP-1）首次出现时需标注全称。
- 6、有些参考文献太老旧。关键文献缺失：部分结论（如HP对肠道菌群的影响）缺乏最新研究支持，建议补充2020年后的相关文献。部分实验方法引用不具体，建议补充原始文献。
- 7、图片分辨率不足：部分SEM、流变曲线等图片清晰度较低，建议重新导出高分辨率（ ≥ 300 dpi）图片。图片中显著性差异性分析ab和*建议统一，并说明所用检验方法（t检验/ANOVA）。图片标注不完整：部分图片缺少必要的标注（如坐标轴单位、误差线说明），建议补充完整。部分图表字体太小过于模糊，建议加大字体更换图片。如图6-9，图6-12，图6-13，6-14等等，建议仔细检查，更换图片；
- 8、单位符号不规范：部分数据单位（如“kDa”、“mg/mL”）未统一使用标准格式，建议检查并修正。

创新点	内容	分档
创新点1	解析仙草多糖特征性一级结构。通过分级醇沉结合甲基化-核磁共振技术，突破性解析出仙草多糖区别于常规果胶型多糖的独特结构，属于高度支化的Ⅱ型阿拉伯半乳聚糖。对应论文第三章。	B（良好）
创新点2	提出多糖-淀粉互动多维调控淀粉消化新模式。提出“酶活性抑制-物理屏障-凝胶网络-有序结构”四维协同作用机制：首次系统性证实HP通过氢键/静电作用结合淀粉形成致密复合物，增大粒径（D50↑），提升体系黏弹性（ $G' > G''$ ）建立物理屏障；通过增强短程有序度（双螺旋度↑）构建酶渗透阻力，创新整合酶活性抑制与淀粉基质调控双路径，建立多糖干预淀粉消化的系统理论框架。对应论文第四章。	B（良好）
创新点3	揭示肠道-肝脏轴多靶点协同降糖新机制。首次阐明HP通过双重通路改善糖代谢：激活PI3K/Akt/GLUT2信号轴（关键蛋白表达↑）促进肝糖原合成（含量↑1.29倍），同步提升血清GLP-1水平（↑50.25%）增强外周葡萄糖摄取。创新发现其通过调节菌群组成和丰度、增强肠道屏障（ZO-1/Occludin表达↑）实现“菌群-屏障-代谢”多靶点调控，为代谢性疾病干预提供新范式。对应论文第五、六章。	B（良好）

创新点4	无	
创新点5	无	

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号：2116401010

论文名称：仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制

作者姓名：牛改改

作者学科专业：轻工技术与工程

作者研究方向：植物多糖的生物活性研究

论文题目	仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制	
学科(专业)	轻工技术与工程	
评议项目	评价要素	分档
选题与综述	选题的前沿性和开放性； 研究的理论意义、现实意义； 对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。	优秀
基础知识与科研能力	论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业 知识系统深入程度； 论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性； 论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。	良好
研究内容、创新性 及论文价值	对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现； 对解决自然科学或工程技术中重要问题的作用； 论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	良好
学术规范与写作水平	引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性； 文字表述的准确性和流畅性。	一般
总分	88	
总体评价	良好 90>总分≥80	
是否同意答辩	达到博士学位授予要求，同意答辩（90>评阅总分≥80）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	推荐校级优秀	

论文编号:715542582
论文题目:仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制

简述推荐理由	
1	论文核心内容有创新性，研究方法科学，方案合理，内容饱满。
对论文熟悉程度	熟悉

对学位论文的学术评语

论文首先对仙草多糖的制备、结构特征、生物活性及其对糖代谢的作用等进行了全面的综述。为充分利用仙草多糖HP构建低血糖生成指数功能性食品,作者选择深入研究 HP 维持血糖稳态的作用机制,目的是补充 HP 在降血糖活性方面的理论知识,探索以 HP 构建低血糖生成指数功能性食品的潜在应用价值,为仙草在食品加工产业的应用提供理论和技术参考,选题具有一定的理论和实用价值。

论文从仙草中分离纯化出 HP,并对其理化特性、结构特征和降血糖活性进行评价;利用体外模拟消化模型和小鼠模型,分别从消化阶段和血糖动态调节阶段对 HP 维持血糖稳态的效果作了较为全面的评估;基于降低淀粉消化和血糖动态调节,明确 HP 维持血糖稳态的作用机制。

研究方案合理,研究方法具有科学性,数据充足,工作量饱满。反映了作者具有较坚实的科学理论基础与宽广的专业知识。论文核心内容具有一定的创新性。

论文写作有一定逻辑性,个别词字有误,有的组分分离色谱图不够规范。

论文的不足之处和建议

- 1、“HPs 溶液呈现弱凝胶特性可在溶液中形成弱凝胶网络结构截留葡萄糖”，众所周知，葡萄糖分子量为180，凝胶孔径多大能够截留葡萄糖分子，没有依据。
 - 2、扫描电镜图对仙草多糖解释的牵强，表面光滑与否与分子量大小和涂层操作有关，不能说明HP的性质；
 - 3、仙草多糖的分离纯化用氨水调配 pH 至 10 左右，加入 35%H₂O₂ 将溶液调配为 2%体积比的 H₂O₂ 溶液，反应 4 h 后浓缩，此时的多糖已非彼时的多糖，会严重降解，分子量减小，原有的活性减弱，文中得到“HP 的糖醛酸含量为 12.89 ± 0.68 g/100 g，显著低于 HP80 的糖醛酸糖含量 (29.05 ± 0.21 g/100 g)。
 - 4、HP-CS 复合物的制备：分别将 WS/CS/HS 加入到 HP 溶液中制备含有淀粉（6%，w/v）和 HP（0、0.05、0.1、0.2、0.4、0.6%，w/v），单位体积需加入HP的量较大，实际应用成本很高。
 - 5、缺少HP-消化酶互作分子机制解析。
- 写作：文中个别词字不很通顺，如“HPs 呈现抑制葡萄糖扩散的能归因于其具有一定黏度”等。
- 希望重新校对。

创新点	内容	分档
创新点1	解析仙草多糖特征性一级结构。通过分级醇沉结合甲基化-核磁共振技术，突破性解析出仙草多糖区别于常规果胶型多糖的独特结构，属于高度支化的II型阿拉伯半乳聚糖。对应论文第三章。	A（优秀）
创新点2	提出多糖-淀粉互动多维调控淀粉消化新模式。提出“酶活性抑制-物理屏障-凝胶网络-有序结构”四维协同作用机制：首次系统性证实HP通过氢键/静电作用结合淀粉形成致密复合物，增大粒径（D50↑），提升体系黏弹性（ $G' > G''$ ）建立物理屏障；通过增强短程有序度（双螺旋度↑）构建酶渗透阻力，创新整合酶活性抑制与淀粉基质调控双路径，建立多糖干预淀粉消化的系统理论框架。对应论文第四章。	B（良好）
创新点3	揭示肠道-肝脏轴多靶点协同降糖新机制。首次阐明HP通过双重通路改善糖代谢：激活PI3K/Akt/GLUT2信号轴（关键蛋白表达↑）促进肝糖原合成（含量↑1.29倍），同步提升血清GLP-1水平（↑50.25%）增强外周葡萄糖摄取。创新发现其通过调节菌群组成和丰度、增强肠道屏障（ZO-1/Occludin表达↑）实现“菌群-屏障-代谢”多靶点调控，为代谢性疾病干预提供新范式。对应论文第五、六章。	B（良好）

创新点4	无	
创新点5	无	

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号：2116401010

论文名称：仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制

作者姓名：牛改改

作者学科专业：轻工技术与工程

作者研究方向：植物多糖的生物活性研究

论文题目	仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制	
学科(专业)	轻工技术与工程	
评议项目	评价要素	分档
选题与综述	选题的前沿性和开放性； 研究的理论意义、现实意义； 对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。	一般
基础知识与科研能力	论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业 知识系统深入程度； 论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性； 论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。	一般
研究内容、创新性 及论文价值	对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现； 对解决自然科学或工程技术中重要问题的作用； 论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	一般
学术规范与写作水平	引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性； 文字表述的准确性和流畅性。	一般
总分	72	
总体评价	一般 $80 > \text{总分} \geq 70$	
是否同意答辩	基本达到博士学位授予要求，修改后同意答辩（ $80 > \text{评阅总分} \geq 70$ ）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	不推荐	

论文编号:715542582
论文题目:仙草多糖的结构表征及其对血糖稳态的调控机制

简述推荐理由		
1	不推荐。	
对论文熟悉程度		很熟悉

对学位论文的学术评语

仙草多糖(HP)因其与淀粉的凝胶作用被广泛用作食品增稠剂、稳定剂和胶凝剂,且具有良好的生物活性,如抗氧化、降血糖、降血脂和保肝等作用,具有巨大的开发利用价值。前期研究发现,HP可抑制消化酶活性,降低淀粉消化性/空腹血糖,对于维持血糖稳态具有潜在作用,但是关于HP降低淀粉消化性和调节血糖动态的作用机制研究却鲜有报道。此外,原料的地域差异和制备工艺不同导致HP具有不同的结构特征和功能特性。因此,该论文以碱提仙草粉(广西)为原料,通过分级醇沉法制备不同分子量的HP,评价其理化特性和体外降血糖活性;并进一步对活性较强的HP组分进行纯化,解析其一级结构。进一步利用体外模拟消化模型和小鼠模型,分别从淀粉消化阶段和血糖动态调节阶段探讨HP调控血糖稳态的作用机制。结果发现,采用分级醇沉法成功制备了四种不同分子量的仙草多糖HPs(HP20、HP40、HP60、HP80)。HPs的平均粒径、分子量和表观粘度随乙醇体积的增加而递减,而热稳定性则相应增强。HPs均为含有糖醛酸结构的阴离子杂多糖,主要由Rha、Ara、Gal、Xyl、Man和GalA以不同摩尔比组成,导致了多糖结构特征、表面微观结构和流变性的差异。体外降血糖活性实验表明,HPs具有消化酶活性抑制、葡萄糖扩散抑制和葡萄糖吸附活性。进一步从HP80中分离纯化出纯化多糖HP,发现其重均分子量为29.504 kDa,由Ara、Rha、Glc、Man、Gal和GalA组成。甲基化和核磁共振技术显示,HP含有13种不同的糖苷键连接形式,并解析了其主链的链接方式,发现HP属于高度支化的II型阿拉伯半乳聚糖。进一步研究发现,HP通过多种机制协同作用,包括降低淀粉消化性、调节糖脂代谢、修复肝损伤、激活PI3K-Akt信号通路、保护肠道屏障和调整肠道微生物平衡,有效维持了血糖稳定。HP对血糖稳态的调控作用与其结构特征(阿拉伯半乳聚糖主链构型、复杂的单糖组成、较低的分子量和高含量的(1→6)/(1→4)糖苷键)密切相关,展现了其作为功能性食品成分的潜力。

整体来看,该论文做了大量工作,取得了一定的研究进展,论文逻辑性较好,条理也比较清晰,整体来看,作者一定程度上掌握了博士生要求的各项知识和技能。

论文的不足之处和建议

结构解析结果需要进一步确认,如:糖醛酸结果显示:HP的糖醛酸约为12g/100g,糖含量约为93g/100g,而离子色谱显示的GalA的摩尔百分比却只有6.5%。此外,离子色谱的结果显示HP由Ara、Rha、Glc、Man、Gal和GalA组成,根据单糖标准品的摩尔浓度与峰面积计算出HP的单糖摩尔百分比分别为21.7%,12.5%,16.9%,12.5%,29.8%和6.5%,半乳糖和阿拉伯糖是HP的主要单糖组分。离子色谱完全可以测定每个单糖的绝对量,为什么这里要采用百分比进行计算,这个结果是需要修改的。另外,根据甲基化的结果,HP检出13种糖苷键,其中阿拉伯糖以Araf-(1→(20.4%)、→5)-Araf-(1→(23.9%)和→3,5)-Araf-(1→(18.3%)三种连接形式存在,半乳糖以→4)-Galp-(1→(1.7%)、→6)-Galp-(1→(6.3%)和→3,6)-Galp-(1→(6.5%)三种连接形式存在,根据计算,阿拉伯糖的不同糖苷键连接形式的比例高达60%,而半乳糖的不同糖苷键连接形式只有约15%,这个结果与单糖组成的结果是背离的,这说明作者的甲基化存在着问题。由此可见,作者关于结构解析这一部分的结果需要重新梳理。

创新点	内容	分档
创新点1	解析仙草多糖特征性一级结构。通过分级醇沉结合甲基化-核磁共振技术，突破性解析出仙草多糖区别于常规果胶型多糖的独特结构，属于高度支化的II型阿拉伯半乳聚糖。对应论文第三章。	C（一般）
创新点2	提出多糖-淀粉互动多维调控淀粉消化新模式。提出“酶活性抑制-物理屏障-凝胶网络-有序结构”四维协同作用机制：首次系统性证实HP通过氢键/静电作用结合淀粉形成致密复合物，增大粒径（D50↑），提升体系黏弹性（ $G' > G''$ ）建立物理屏障；通过增强短程有序度（双螺旋度↑）构建酶渗透阻力，创新整合酶活性抑制与淀粉基质调控双路径，建立多糖干预淀粉消化的系统理论框架。对应论文第四章。	C（一般）
创新点3	揭示肠道-肝脏轴多靶点协同降糖新机制。首次阐明HP通过双重通路改善糖代谢：激活PI3K/Akt/GLUT2信号轴（关键蛋白表达↑）促进肝糖原合成（含量↑1.29倍），同步提升血清GLP-1水平（↑50.25%）增强外周葡萄糖摄取。创新发现其通过调节菌群组成和丰度、增强肠道屏障（ZO-1/Occludin表达↑）实现“菌群-屏障-代谢”多靶点调控，为代谢性疾病干预提供新范式。对应论文第五、六章。	C（一般）

创新点4	无	
创新点5	无	