

## 知网个人查重服务报告单 (全文标明引文)

报告编号: BC202306291923437567666903

检测时间: 2023-06-29 19:23:43

篇名: 褪黑素调控低氮下大豆根系生长和根瘤发育的机制研究

作者: 杜昕; 曹亮

检测类型: 学术研究

比对截止日期: 2023-06-29

### 检测结果

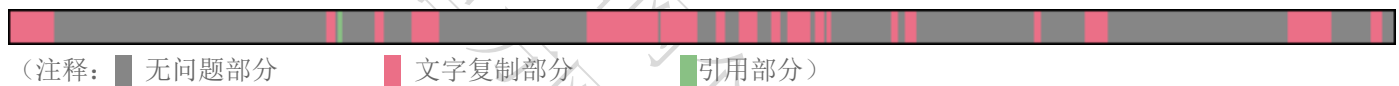
去除本人文献复制比: 23.2% 去除引用文献复制比: 26.6% 总文字复制比: 28.1%

单篇最大文字复制比: 11.3% (不同氮水平下外源褪黑素对大豆生长及氮同化能力的影响)

重复字符数: [1908]

单篇最大重复字符数: [763]

总字符数: [6780]



### 1. 褪黑素调控低氮下大豆根系生长和根瘤发育的机制研究

总字符数: 6780

#### 相似文献列表

去除本人文献复制比: 23.2% (1575) 去除引用文献复制比: 26.6% (1802) 文字复制比: 28.1% (1908)

1	<u>不同氮水平下外源褪黑素对大豆生长及氮同化能力的影响</u>	11.3% (763)
	王华美(导师: 张玉先) - 《黑龙江八一农垦大学硕士论文》 - 2021-06-01	是否引证: 否
2	<u>青岛理工大学国家级大学生创新训练项目申请书(12页)-原创力文档</u>	6.1% (413)
	- 《互联网文档资源 ( <a href="https://max.book118.">https://max.book118.</a> )》 - 2020	是否引证: 否
3	<u>外源褪黑素对干旱胁迫下鼓粒期大豆碳氮代谢及产量品质的调控效应</u>	4.9% (333)
	曹亮(导师: 张玉先) - 《黑龙江八一农垦大学博士论文》 - 2020-06-01	是否引证: 否
4	<u>大创-便携式电子平衡车申请表总结</u>	3.1% (213)
	- 《网络 ( <a href="http://www.wendangku">http://www.wendangku</a> )》 - 2021	是否引证: 否
5	<u>氮、锌肥对作物根系生长发育调控的研究进展</u>	2.9% (199)
	张均; 马超; 王贺正; 李友军; 段武林; 侯宇朋; - 《湖北农业科学》 - 2017-03-10	是否引证: 否
6	<u>2020(创业指南)2020年国家级大学生创新创业训练计划申报验收材料</u>	2.6% (177)
	- 《网络 ( <a href="http://www.wendangku">http://www.wendangku</a> )》 - 2021	是否引证: 否
7	<u>大学生研究性学习和创新性实验计划项目申报表(模板).doc</u>	1.4% (92)
	- 《网络 ( <a href="http://www.wendangku">http://www.wendangku</a> )》 - 2021	是否引证: 否
8	<u>褪黑素对大豆苗期低温胁迫抗性的调控作用</u>	1.0% (69)
	李贺(导师: 张玉先) - 《黑龙江八一农垦大学硕士论文》 - 2021-06-01	是否引证: 是
9	<u>高产抗病大豆新品种沂豆12的选育</u>	0.5% (31)
	马秀娟; - 《农业科技通讯》 - 2021-08-17	是否引证: 否
10	<u>1952年以来我国大豆单产变异特征及其影响因素研究</u>	0.5% (31)
	秦婷婷; 曹鑫悦; 周泽群; 褚超群; 方雨桐; 曲乐安; 支俊俊; 王震; 耿涛; - 《中国生态农业学报(中英文)》 - 2021-10-12 14:09	是否引证: 否

#### 原文内容

黑龙江八一农垦大学大学生创新训练项目计划申请书  
项目编号  
项目名称褪黑素调控低氮下大豆根系生长和根瘤发育的机制研究

项目负责人杜昕联系电话 13846400269  
所在学院农学院  
学号 20204011218 专业班级 2020级农学2班  
指导教师曹亮  
E-mail 860661665@qq.com  
申请日期 2023年6月24日  
项目期限 2023年6月-2025年6月  
黑龙江八一农垦大学教务处

填写说明

1. 本申请书所列各项内容均须实

项目编号			
项目名称	褪黑素调控低氮下大豆根系生长和根瘤发育的机制研究		
项目负责人	杜昕	联系电话	13846400269
所在学院	农学院		
学号	20204011218	专业班级	2020级农学2班
指导教师	曹亮		
E-mail	860661665@qq.com		
申请日期	2023年6月24日		
项目期限	2023年6月-2025年6月		

求是，认真填写，表达明确严谨，简明扼要。

2. 申请人可以是个人，也可为创新团队，首页只填负责人。“项目编号”一栏不填。

3. 本申请书为大16开本（A4），左侧装订成册。可网上下载、自行复印或加页，但格式、内容、大小均须与原件一致。

4. 负责人所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送黑龙江八一农垦大学项目管理办公室。

室。

一、基本情况

项目名称	褪黑素调控低氮下大豆根系生长和根瘤发育的机制研究						
所属学科	学科一级门：农学学科二级类：植物生产类						
项目来源	<input type="checkbox"/> A、学生自主选题，来源于自己对课题的长期积累与兴趣 <input type="checkbox"/> B、学生来源于教师科研项目选题 <input type="checkbox"/> C、学生承担社会、企业委托项目选题 <input type="checkbox"/> D、拔尖专项 <input type="checkbox"/> E、竞赛专项 <input type="checkbox"/> F、研修专项 <input type="checkbox"/> G、其他						
申请金额	1万元	项目期限	2023. 06- 2025. 06	拟申报项目级别		省级	
负责人	杜昕	性别	女	民族	汉	出生年月	2020. 08
学号	20204011020	联系电话	13846400269				
指导教师	曹亮	联系电话	18845441123				
项目简介	本项目利用砂培法，模拟了缺氮环境，并通过外源施用和内源改变大豆植株内褪黑素含量的方式，深入探究褪黑素对缺氮环境下大豆的地下部发育、氮代谢能力的调控作效应。以期在农业生产过程中，调节大豆地下部发育，促进缺氮环境下氮素资源的高效利用提供技术支持和实践依据，使人们摆脱完全依赖化学氮肥提升产量的现状。同时，为大豆耐低氮品种的培育提供改良思路；为减少氮肥施用量，改善生态环境并最终实现低氮农业提供科学理论依据。						
负责人曾经参与科研的情况	第一完成人，在北大核心期刊《作物杂志》上发表文章。第一完成人，国家级大学生创新创业项目结题。第一完成人，第八届“共享杯”大学生科技资源共享服务创新大赛，省级二等奖。第一完成人，第十七届工银融e联“挑战杯”黑龙江省大学生学术科技作品竞赛，省级三等奖。第一完成人，第十八届“挑战杯”黑龙江省大学生学术科技作品竞赛，省级一等奖。						
指导教师承担科研课题情况	黑龙江省自然科学基金，LH2022C063，褪黑素调控鼓粒期大豆籽粒发育的碳氮代谢机理研究，2022/07-2025/07，10万元，在研，主持。中国博士后科学基金，2022M720695，干旱胁迫下褪黑素调控鼓粒期大豆籽粒发育的碳氮代谢机理研究，2022.11-2024.06，5万元，在研，主持。大庆市指导性科技计划项目，zd-2020-44，大庆大豆超高产潜力挖掘，2020/11-2022/5，结题，主持。学成、引进人才科研启动计划，XYB202011，外源褪黑素对干旱胁迫下大豆碳氮代谢的调控效应，2020/12-2023/12，5万元，在研，主持。						
指导教师对本项目的支持情况	本项目思路清晰、创新、试验设计合理，综合生理、分子、作用通路验证、互作蛋白验证，最终明确褪黑素调控低氮下大豆根系和根瘤发育的机制。本项目的完成将为通过施用外源褪黑素调控大豆氮素高效利用提供科学依据，同意申报。						
项目组主要成员	姓名	学号	学院		专业班级	联系电话	项目分工
	徐靖涵	20214011421	农学院		2021级农学4班	13206887686	根瘤固氮能力测定
	徐际平	20224011131	农学院		2022级农学2班	13045463111	氮同化能力测定
指导教师	姓名	工号	学院/部门		职称	联系电话	电子邮件
	曹亮	002900	农学院		讲师	18845441123	caoliang66@163.com

项目名称褪黑素调控低氮下大豆根系生长和根瘤发育的机制研究

所属学科学科一级门：农学学科二级类：植物生产类

项目来源 ☐ A、学生自主选题，来源于自己对课题的长期积累与兴趣 ☐ B、学生来源于教师科研项目选题 ☐ C、学生承担社会、企业委托项目选题 ☐ D、拔尖专项 ☐ E、竞赛专项 ☐ F、研修专项 ☐ G、其他

申请金额 1万元项目期限 2023.06-2025.06 拟申报项目级别省级

负责人杜昕性别女民族汉出生年月 2020.08

学号 20204011020 联系电话 13846400269

指导教师曹亮联系电话 18845441123

项目简介本项目利用砂培法，模拟了缺氮环境，并通过外源施用和内源改变大豆植株内褪黑素含量的方式，深入探究褪黑素对缺氮环境下大豆的地下部发育、氮代谢能力的调控作效应。以期在农业生产过程中，调节大豆地下部发育，促进缺氮环境下氮素资源的高效利用提供技术支持和实践依据，使人们摆脱完全依赖化学氮肥提升产量的现状。同时，为大豆耐低氮品种的培育提供改良思路；为减少氮肥施用量，改善生态环境并最终实现低氮农业提供科学理论依据。

负责人曾经参与科研的情况第一完成人，在北大核心期刊《作物杂志》上发表文章。第一完成人，国家级大学生创新创业

项目结题。第一完成人，第八届“共享杯”大学生科技资源共享服务创新大赛,省级二等奖。第一完成人，第十七届工银融e联“挑战杯”黑龙江省大学生学术科技作品竞赛，省级三等奖。第一完成人，第十八届“挑战杯”黑龙江省大学生学术科技作品竞赛，省级一等奖。

指导教师承担科研课题情况黑龙江省自然科学基金，LH2022C063, 褪黑素调控鼓粒期大豆籽粒发育的碳氮代谢机理研究，2022/07-2025/07，10万元，在研，主持。中国博士后科学基金，2022M720695，干旱胁迫下褪黑素调控鼓粒期大豆籽粒发育的碳氮代谢机理研究，2022.11-2024.06，5万元，在研，主持。大庆市指导性科技计划项目，zd-2020-44，大庆大豆超高产潜力挖掘，2020/11-2022/5，结题，主持。学成、引进人才科研启动计划，XYB202011，外源褪黑素对干旱胁迫下大豆碳氮代谢的调控效应，2020/12-2023/12，5万元，在研，主持。

指导教师对本项目的支持情况本项目思路清晰、创新、试验设计合理，综合生理、分子、作用通路验证、互作蛋白验证，最终明确褪黑素调控低氮下大豆根系和根瘤发育的机制。本项目的完成将为通过施用外源褪黑素调控大豆氮素高效利用提供科学依据，同意申报。

项目组主要成员姓名学号学院专业班级联系电话项目分工

徐靖涵 20214011421 农学院 2021级农学4班 13206887686 根瘤固氮能力测定

徐际平 20224011131 农学院 2022级农学2班 13045463111 氮同化能力测定

指导教师姓名工号学院/部门职称联系电话电子邮件

曹亮 002900 农学院讲师 18845441123 caoliang66@163.com

二、 立项依据（可加页）

（1）研究目的

大豆籽粒中蛋白质和油脂含量丰富，被广泛用于人类食品、动物饲料、生物燃料和许多其他产品的生产，是我国最为重要的食用油脂和植物蛋白来源。随着居民消费结构升级，对大豆需求快速增加，国内供需缺口不断扩大，2023年中央一号文件重点提出“加力扩种大豆油料，深入推进大豆和油料产能提升工程”，“加快农业投入品减量增效技术推广应用”。氮肥是促进大豆丰产和品质提高的关键因素之一，氮素缺乏会影响大豆植株发育，然而盲目且过量施氮会降低大豆氮素利用率，同时会对环境造成严重污染，因此，如何提高氮肥利用效率已成为大豆生产中亟待解决的问题。

根系是大豆在土壤中吸收养分的主要器官，大豆的生长发育在很大程度上取决于根系从土壤中获取养分和根瘤菌共生固氮。氮素对于大豆根系生长发育具有显著的调节作用，包括根系长度、侧根密度和根瘤数量等。在低氮环境下，根的可塑性对于提高大豆氮吸收效率具有重要的意义。

褪黑素在植物生长发育过程中起着重要的生物学作用，可显著提高果实产量[1]、延缓叶片衰老[2]、缓解DNA损伤[3]等。此外，褪黑素具有独特的抗氧化功能，作为一种保护剂，近年来广泛应用于植物抵抗盐胁迫、极端温度胁迫、渗透压胁迫、紫外线辐射、有毒化学物质刺激、病原体感染等各种逆境胁迫，能够直接或间接清除活性氧，调控其它激素水平，进而参与作物应对逆境胁迫的一系列代谢过程，提高其抗逆能力[4]。

申请者前期研究已经明确了褪黑素可改善低氮处理下大豆叶片光合同化但是褪黑素调控低氮水平下大豆根系和根瘤发育的相关调控效应尚未见报道。为进一步解析相应的调控机制，有必要深入探究褪黑素对缺氮环境下大豆的地下部发育、氮代谢能力的调控作效应。以期为农业生产过程中，调节大豆地下部发育，促进缺氮环境下氮素资源的高效利用提供技术支持和实践依据，使人们摆脱完全依赖化学氮肥提升产量的现状。

（2）研究内容

本项目拟在已经明确褪黑素可显著提高低氮条件下大豆叶片氮素同化能力，促进氮素积累的前期研究基础上，选用常规低氮敏感大豆（黑农62）和耐低氮品种（东农52）为供试品种，采用砂培施施营养液的方式，设置正常氮素处理（CK）、低氮（LN）、低氮施加褪黑素（LN+MT）及低氮施加褪黑素合成抑制剂（LN+P）4个处理组，开展大豆根系及根瘤发育情况的研究以及植株氮素吸收利用情况的关联分析，最终明确褪黑素对低氮下大豆根系和根瘤发育的调控效应。

2.1褪黑素对低氮处理下大豆根和根瘤发育形态的调控效应

通过对比分析大豆根系形态发育指标（主根长度、根尖数、根表面积、根干重）、根瘤菌侵染能力（结瘤相关物质含量、侵染线顶端位置、根瘤中感染细胞数量）、根瘤发育情况（根瘤大小、根瘤数量、单株根瘤干重）等，明确褪黑素对低氮处理下大豆根系及根瘤发育的调控效应。

2.2褪黑素对低氮处理下大豆根系和根瘤发育的生理调控效应

通过对比分析大豆根系氮同化能力、结瘤相关物质含量、侵染情况、固氮能力，明确外源褪黑素对低氮处理下大豆根系吸收、氮素利用率和根瘤固氮能力的调控效应。

（3）国、内外研究现状和发展动态

3.1大豆的氮素营养特性

氮素是植物必不可少的营养元素之一，其有效性与作物生长，胁迫响应和产量的构成均密切相关[5]。作为喜氮作物的大豆，其产量对氮的依赖性更强[6]。尽管大豆具有独特的根瘤固氮功能，但田间土壤中含氮量有限，如果仅依靠土壤氮素的供应，缺少外源氮肥的施入，则无法满足大豆高产对氮素的需求，特别是在苗期，根瘤的固氮能力较弱，氮的来源主要取决于外源施入[7]。氮素缺乏条件下，大豆的氮代谢关键酶活性会显著降低，其他生理代谢活动能力也会因此下调，从而干扰植株整体的生长发育，此外，氮限制还将明显抑制大豆的产量潜力[8]。与适合大豆单产潜力的氮素供应处理相比，田间零氮处理产量会显著降11%左右[9]。然而，如果氮肥施用量过多，造成过量无机氮的积累将可能引发离子毒性，从而干扰体内代谢过程，并降低生物产量[10]。过量氮肥的施入会引起大豆植株中活性氧的过度积累，加剧膜脂过氧化程度，显著干扰体内的碳、氮代谢活动，并最终导致产量降低[11]。此外，氮肥过量还增加了植物大规模倒伏的风险[12]，并且无益于大豆特有的共生固氮功能发挥作用[13]。土壤环境中高浓度氮还将促进多种病原菌的发育，造成环境污染的同时也增加了大豆根腐等病害发生的可能[14]。总之，氮素的缺乏或过量均会对大豆的生长发育造成不利的影响。

3.2褪黑素可促进逆境胁迫下大豆生长

在众多功能中，作为促进大豆生长和产量品质提高的最直接体现，褪黑素可显著改善逆境胁迫下大豆生长。课题组研究发现，褪黑素能提高干旱胁迫下大豆叶片光合参数，更好地维持干旱胁迫条件下PS II反应中心的开放程度，缓解干旱胁迫对叶片



光合系统造成的损伤,并提高大豆叶片碳代谢关键酶活性,有利于碳素同化和转运水平的提高,进而提高干旱胁迫下大豆碳代谢能力[15-17]。褪黑素可显著提高低温胁迫下大豆幼苗株高、根长、叶面积及根冠比,诱导大豆抗氧化酶合成基因的表达,提高抗氧化酶活性,促进ASA-GSH循环,显著降低ROS积累量与膜脂过氧化程度[18]。褪黑素能够显著增强盐碱胁迫下大豆根系中抗氧化酶的活性,降低大豆幼苗根系中ROS积累,同时上调DNA损伤修复基因的表达水平,从而减轻了盐碱胁迫造成的DNA氧化损伤[19]。本团队研究发现褪黑素可以促进低氮环境下大豆植株氮素吸收,增强叶绿素合成,提高净光合速率,增加光合产物及干物质的积累,促进产量的形成[8]。

### 3.3褪黑素调控低氮处理下大豆根系和根瘤发育研究的必要性

根系是大豆吸收养分的主要器官,其形态在很大程度上决定大豆从土壤中吸收养分的能力[20-21]。大豆根系的形态建成除受本身的遗传因素决定外,还受外界环境因素如土壤养分供应的影响[22-23]。氮是大豆生长所必需的大量元素,其形态、有效性和分布状况直接影响大豆根系的形态建成[24-25]。除了受环境因素如养分供应的影响外,大豆根系的形态建成还受多种植物激素协调控制[26-27]。褪黑素作为一种新型植物激素,课题组前期研究初步发现褪黑素能够促进干旱、低温、盐碱胁迫下大豆生长,但低氮处理下是否参与了大豆根系的建成和根瘤发育以及相关调控效应尚未见报道,并且,与创新种质资源相比,通过施用外源激素提高肥效利用率,对黑土保护和环境绿色可持续发展具有重要意义。因此,有必要采用综合技术手段对低氮处理下褪黑素调控大豆根系和根瘤发育机理进行细致研究。

综上,该项目立足中央一号文件“加快农业投入品减量增效技术推广应用”和“化肥绿色增效的基础理论与技术创新不足”现实问题,为突破农业重大需求亟待攻关突破的科研瓶颈,拟在前期研究的基础上,进一步开展大豆根系和根瘤发育情况的研究以及植株氮素吸收利用情况的关联分析,最终明确褪黑素对低氮下大豆根系和根瘤发育的调控效应。本项目的完成将为进一步挖掘重要相关基因和代谢物质,利用基因工程进行大豆遗传改良提供理论基础,同时为大豆氮素的高效利用提供科学依据。

#### 参考文献:

- [1]Cao Y, Zang Y, Wu S, et al. Melatonin affects cuticular wax profile in rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) during fruit development[J]. Food Chemistry, 2022, 384:132381.
- [2]Wang K, Cai S, Xing Q, et al. Melatonin delays dark-induced leaf senescence by inducing miR171b expression in tomato[J]. Journal of Pineal Research, 2022, 72(3):12792.
- [3] Shan S, Wang Z, Pu H, et al. DNA methylation mediated by melatonin was involved in ethylene signal transmission and ripening of tomato fruit[J]. Scientia Horticulturae, 2022, 291:110566.
- [4] Murch S J, Erland L. A Systematic Review of Melatonin in Plants: An Example of Evolution of Literature[J]. Frontiers in Plant Science, 2021, 12:683047.
- [5] Arun M, Radhakrishnan R, Ai T N, et al. Nitrogenous compounds enhance the growth of petunia and reprogram biochemical changes against the adverse effect of salinity[J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2016,91(6): 562-572.
- [6] Wang X, Li D, Jiang J, et al. Soybean NAC gene family: sequence analysis and expression under low nitrogen supply[J]. Biologia Plantarum, 2017,61(3): 473-482.
- [7] Cafaro N, Monzon J P, Specht J E, et al. Is soybean yield limited by nitrogen supply?[J]. Field Crops Research, 2017,213: 204-212.
- [8] Wang H M, Ren C Y, Cao L, et al.. Exogenous melatonin modulates physiological response to nitrogen and improves yield in nitrogen-deficient soybean (*Glycine max* L. Merr.)[J]. Frontiers in Plant Science, 2022, 13(19): 1664-462X.
- [9] Tamagno S, Balboa G R, Assefa Y, et al. Nutrient partitioning and stoichiometry in soybean: A synthesis-analysis[J]. Field Crops Research, 2017,200: 18-27.
- [10] Guan M, de Bang T C, Pedersen C, et al. Cytosolic glutamine synthetase Gln1;2 is the main isozyme contributing to GS1 activity and can be up-regulated to relieve ammonium toxicity[J]. Plant Physiology, 2016,171(3): 1921-1933.
- [11] Wang H M, Ren C Y, Cao L, et al.The mechanisms underlying melatonin improved soybean seedling growth at different nitrogen levels. Functional plant biology, 2021,48(12): 1225-1240.
- [12] Qin R, Noulas C, Wysocki D, et al. Application of plant growth regulators on soft white winter wheat under different nitrogen fertilizer scenarios in irrigated fields[J]. Agriculture, 2020,10(7): 305.
- [13] Ciampitti I A, Salvagiotti F. New insights into soybean biological nitrogen fixation[J]. Agronomy Journal, 2018,101(4): 1185-1196.
- [14] Yong T W, Chen P, Dong Q, et al. Optimized nitrogen application methods to improve nitrogen use efficiency and nodule nitrogen fixation in a maize-soybean relay intercropping system[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2018,17(3): 664-676.
- [15] Zou J N, Yu H, Yu Q, et al. Physiological and UPLC-MS/MS widely targeted metabolites mechanisms of alleviation of drought stress-induced soybean growth inhibition by melatonin[J]. Industrial Crops and Products, 2021,163: e113323.
- [16] 曹亮, 杜昕, 于高波, 等. 外源褪黑素对干旱胁迫下绥农26大豆鼓粒期叶片碳氮代谢调控的途径分析[J]. 作物学报, 2021, 47(09): 1779-1790.
- [17] Cao L, Kou F, Zhang M C, et al. Effect of exogenous melatonin on the quality of soybean and natto products under drought stress[J]. Journal of Chemistry, 2021, 10:1-8
- [18]李贺. 褪黑素对大豆苗期低温胁迫抗性的调控作用[D]. 黑龙江八一农垦大学, 2021.
- [19]Zhao Q, Chen S, Wang G, et al. Exogenous melatonin enhances soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seedling

tolerance to saline-alkali stress by regulating antioxidant response and DNA damage repair[J]. *Physiologia plantarum*, 2022, 174(4): e13731.

[20] Wang Z, Wang X, Wang T. Effects of Imazethapyr on Soybean Root Growth and Soil Microbial Communities in Sloped Fields[J]. *Sustainability*, 2022, 14:1-16.

[21] Li Q, Fu Q, Li T, et al. Biochar impacts on the soil environment of soybean root systems[J]. *Science of The Total Environment*, 2022, 821: 153421.

[22] Bossolani J W, Crusciol C C, Portugal J R, et al. Long-term liming improves soil fertility and soybean root growth, reflecting improvements in leaf gas exchange and grain yield[J]. *European Journal of Agronomy*, 2021(128): 126308.

[23] Ribeiro V, Maia L, Arneson N J, et al. Influence of PRE-Emergence Herbicides on Soybean Development, Root Nodulation and Symbiotic Nitrogen Fixation[J]. *Crop Protection*, 2021, 144: 105576.

[24] Reis A, Rosso L M, Purcell L C, et al. Environmental Factors Associated With Nitrogen Fixation Prediction in Soybean[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2021, 12: 675410.

[25] Crespo C, Wyngaard N, Rozas H S, et al. Improving soil organic nitrogen and sulfur pools by cover cropping and crop fertilization in soybean-based cropping systems[J]. *Soil and Tillage Research*, 2021, 213: 105138.

[26] Wang X, Li F, Chen Z, et al. Proteomic analysis reveals the effects of melatonin on soybean root tips under flooding stress[J]. *Journal of Proteomics*, 2020, 232: e104064.

[27] Rahma M, Mostofa M G, Keya S S, et al. Acetic acid improves drought acclimation in soybean: an integrative response of photosynthesis, osmoregulation, mineral uptake and antioxidant defense[J]. *Physiologia Plantarum*, 2021, 172(2): 334-350.

(4) 创新点与项目特色

团队前期研究证实了褪黑素能够改善低氮处理下大豆生长发育，但仅从提高叶片抗氧化胁迫能力、改善光合同化和分配的角度解析褪黑素的积极作用，尚无关于褪黑素调控低氮下大豆根系建成和根瘤发育的研究报道。

因此，本项目针对低氮处理下外源褪黑素对大豆根系建成和根瘤发育生理进行系统研究，明确其在低氮条件下通过调控根系生长和根瘤发育促进氮素利用的机理，为农业实际生产中应用褪黑素促进植株氮素利用率提供理论基础。

(5) 技术路线、拟解决的问题及预期成果

技术路线

注：绿色框内是已经完成的内容

拟解决的问题

褪黑素作为植物激素和生长刺激物质可以提高逆境胁迫下大豆生长发育，目前关于褪黑素调控大豆生长发育主要集中在光合生理、碳氮代谢等方面。团队前期研究发现，褪黑素处理显著促进了低氮环境下大豆侧根生长和结瘤数量增多，但是低氮处理下褪黑素调控大豆根系和根瘤发育的调控机制尚不明确，其调控核心有待进一步研究。因此，综合大豆根系和根瘤发育的生理等数据，明确外源褪黑素对低氮下大豆根系和根瘤发育的调控效应。

预期成果

①通过对大豆根系发育及根瘤固氮能力的研究，明确褪黑素在低氮处理下调控大豆氮代谢的作用途径。

②撰写完成研究报告1份

③发表中文核心论文1篇

④参加国家级竞赛1项，省级竞赛1项。

(6) 项目研究进度安排

2023年6月—2023年12月：种植大豆材料，按照试验设计进行低氮和褪黑素处理，取样后进行大豆根系及根瘤氮素同化、转移和分配相关生理指标的测定，进行分析处理，初步明确低氮处理下根施褪黑素对大豆氮代谢的生理调控效应。参加国家级创新创业竞赛1次。

2024年1月—2024年12月：总结2023年试验经验，修改不当的设计和细节，并重复2023年对植物材料的种植和处理。

2025年1月—2025年06月：撰写课题总结，进行课题验收、结题、成果鉴定。

(7) 已有基础

在前期研究工作中，申请者完成了一系列与本项目相关或属于本项目的部分内容，具体包括：

①外源褪黑素对低氮处理下大豆碳氮代谢的生理调控效应。氮素缺乏会直接限制氮同化酶的活性，减少叶绿素的合成，限制光合能力，从而影响植株干物质积累，使植株黄化。施加褪黑素可以有效促进低氮水平下氮同化关键酶的活性，增强氮素吸收利用并增加叶绿素含量，提升光合碳代谢能力，促进根瘤形成，从而缓解氮素供应不足对大豆生长的影响（但褪黑素调控低氮条件下根瘤形成及生理代谢的相关机制尚不明确）。

图1 褪黑素对低氮处理下大豆碳氮代谢的生理调控效应

注：左图为低氮处理下大豆的生理代谢变化，右图为低氮下喷施褪黑素处理碳氮代谢的变化。蓝色深度表示减少的程度，红色深度表示增加的程度。

②内源褪黑素对低氮处理下植株低氮耐受能力的影响。我们在前期试验的基础上增设了低氮处理下外源施用褪黑素合成抑制剂（p-CPA）的处理。试验结果显示，与对照处理相比，低氮处理显著抑制了大豆植株形态建成，并限制了产量的形成（图2）。褪黑素处理显著促进了低氮环境下植株的侧根及根瘤的发育（图3），增强了植株根瘤固氮水平，从而缓解了低氮对大豆植株形态及产量的抑制作用。然而，与单独低氮处理相比，褪黑素合成抑制剂处理的植株侧根发育受到抑制，并且根瘤数量显著减少，说明内源褪黑素合成受到抑制会降低植株对低氮的耐受能力。

图2 褪黑素对低氮水平下植株形态的影响

图3 褪黑素对低氮水平下根瘤发育的影响（甲苯胺蓝染色）

已取得的成绩

杜昕，代谢组转录组联合分析外源褪黑素对干旱胁迫下鼓粒期大豆碳氮代谢的调控作用，第八届“共享杯”大学生科技资源共享服务创新大赛，省级二等奖。

杜昕，外源褪黑素对干旱胁迫下大豆碳氮代谢的分子调控机制，第十七届工银融e联“挑战杯”黑龙江省大学生学术科技作品竞赛，省级三等奖。

②已具备的条件，尚缺少的条件及解决方法

申请者所在团队依托农业部大豆作物改良中心实验室和国家杂粮工程技术研究中心两个实验平台，拥有项目开展的主要仪器设备。项目实施过程中所有关键技术都已成熟，数据和图片可由相关软件处理。另外，本实验室拥有专用试验场地15亩，包括网室、可移动温室等设施，可采用多种方式培养大豆材料。同时，现所在的研究室长期从事褪黑素调控大豆生长发育和代谢的研究，褪黑素调控大豆生长发育、光合生理、叶片同化物代谢等方面取得了一定的成果，积累了丰富的理论基础和扎实的实验操作经验。

实验室尚缺少根瘤固氮仪器，根瘤固氮酶的测定依托于大庆农产品质量监督检验测试中心。

三、 经费预算

开支科目	预算经费（元）	主要用途	阶段下达经费计划（元）	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	10000.00		6000.00	4000.00
1. 业务费	2000.00		2000	0.00
（1）计算、分析、测试费	0.00		0.00	0.00
（2）能源动力费	0.00		0.00	0.00
（3）会议、差旅费	2000.00	参加学术竞赛	2000.00	0.00
（4）文献检索费	0.00		0.00	0.00
（5）论文出版费	0.00		0.00	0.00
2. 仪器设备购置费	0.00		0.00	0.00
3. 实验装置试制费	0.00		0.00	0.00
4. 材料费	8000.00	购买试验耗材	4000.00	4000.00
学校拨款				
财政拨款			10000元	

开支科目预算经费（元） 主要用途阶段下达经费计划（元）

前半阶段后半阶段

预算经费总额 10000.00 6000.00 4000.00

1. 业务费 2000.00 2000 0.00

（1）计算、分析、测试费 0.00 0.00 0.00

（2）能源动力费 0.00 0.00 0.00

（3）会议、差旅费 2000.00 参加学术竞赛 2000.00 0.00

（4）文献检索费 0.00 0.00 0.00

（5）论文出版费 0.00 0.00 0.00

2. 仪器设备购置费 0.00 0.00 0.00

3. 实验装置试制费 0.00 0.00 0.00

4. 材料费 8000.00 购买试验耗材 4000.00 4000.00

学校拨款

财政拨款 10000元

四、 项目组成员签名

五、 指导教师意见

导师（签章）：

年月日

六、 院系大学生创新创业训练计划专家组意见

教学负责人（签章）：

年月日

七、 学校大学生创新创业训练计划专家组意见

负责人（签章）：

年月日

表格检测详细结果

说明：1. 总文字复制比:被检测文献总重复字符数在总字符数中所占的比例

2. 去除引用文献复制比:去除系统识别为引用的文献后, 计算出来的重合字符数在总字符数中所占的比例

3. 去除本人文献复制比:去除系统识别为作者本人其他文献后, 计算出来的重合字符数在总字符数中所占的比例

4. 单篇最大文字复制比:被检测文献与所有相似文献比对后,重合字符数占总字符数比例最大的那一篇文献的文字复制比
5. 复制比按照“四舍五入”规则,保留1位小数;若您的文献经查重检测,复制比结果为0,表示未发现重复内容,或可能存在的个别重复内容较少不足以作为判断依据
6. 红色文字表示文字复制部分;绿色文字表示引用部分(包括系统自动识别为引用的部分);棕灰色文字表示系统依据作者姓名识别的本人其他文献部分
7. 系统依据您选择的检测类型(或检测方式)、比对截止日期(或发表日期)等生成本报告
8. 知网个人查重唯一官方网站:<https://cx.cnki.net>

知网个人查重服务  
官方网址 [cx.cnki.net](https://cx.cnki.net)