

菌根生物技术在粮食生产、盐碱地改良、生态修复以及践行“大食物观”中的应用与推广

植物的共生伙伴·土壤健康守护者

魏杰

内蒙古自治区高校生物种质资源保护与利用工程研究中心

2025年4月29日

目录

- 01. 项目背景
- 02. 产品技术
- 03. 产品类型
- 04. 市场与应用
- 05. 合作模式

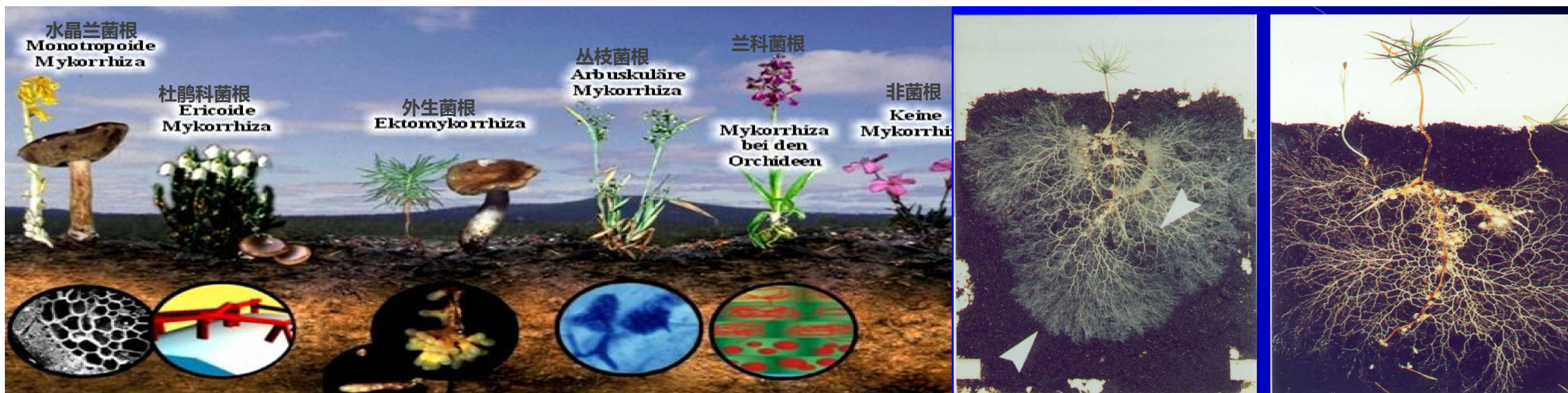
第一章 项目背景



第一章 项目背景

【菌根真菌】菌根是植物根系与土壤中特定的真菌在长期生存过程中协同进化而形成的互惠共生体，能使植物形成菌根的真菌叫菌根真菌。根系为菌根菌提供养分和栖息场所，菌根菌吸收水分和养分供给植物。

【奠基人】1885年，德国植物生理学家和森林学家Frank首次发现一些真菌菌丝与树木根系正常共生结合，并将共生体命名为“菌根”，同时发现菌根促进P吸收和植物生长。



主要类型

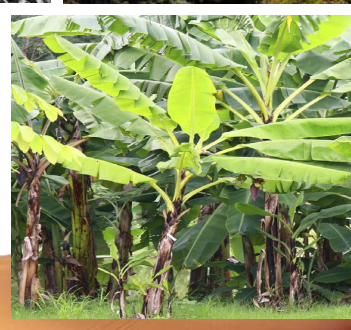
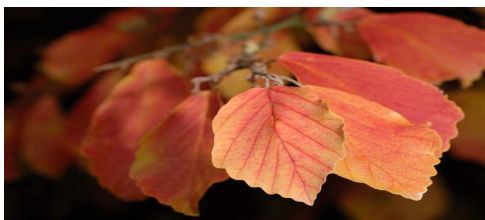
内生菌根 (AM)：一般指丛枝菌根，根内菌丝侵入植物营养根的皮层细胞内形成丛枝状的菌丝结构，根外菌丝在根的外面扩散形成松散的菌丝网，具有吸收功能，共生植物仍保留有根毛。

外生菌根 (EM)：菌丝在植物营养根的表面形成紧密的或疏松的菌套，在根的皮层细胞间隙内形成网状结构（哈蒂氏网），菌丝不侵入皮层细胞内。部分菌丝伸向周围土壤，代替根毛的作用(吸收水分、养分等)。

菌根功能

- √活磷、促钾、增氮
- √菌丝分泌物驱动微生物转化养分
- √扩大根系吸收面积，促进水分养分吸，提高植物抗旱能力，可节水约50%
- √菌丝缠绕和分泌物促成土壤团粒结构
- √合成维生素、抗生素、酶等活性物质提高植物抗逆性
- √阻断、预防病原菌

应用场景：“农业、园艺、土壤治理、植被恢复+、森林食品”



产业现状

政策支持

生物肥料被列为高新技术产业和战略性新兴产业；微生物肥料被列为现代农业优先发展的技术之一。

“三北”工程是国家重大战略。《内蒙古自治区建设我国北方重要生态安全屏障促进条例》出台。森林食品首次写进中央一号文件。



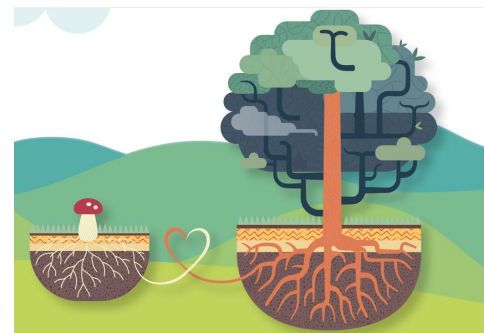
基底良好

中国微生物资源的多样性也为微生物肥料产业的发展奠定了基础。庞大的物种资源，给菌种的研发和筛选提供了保证。



应用单一

科研与菌库建设方面以内生菌为主。菌种单一，根内孢囊霉为主，活性差，一般保质期为0.5~1年。整体缺乏商用。缺乏以生态治理、林下经济为目标的科研与产业化。



依赖国外

科研与产业落后于德日美以色列等国。优质菌种依赖进口。在菌种扩繁方面难以突破技术瓶颈。



第二章 产品技术



优势 分析

团队优势：20年的菌根生物技术开发与近5年的产业化经验；

菌种优势：依托内蒙古大学——“内蒙古自治区高校生物种质资源保护与利用工程研究中心”的微生物资源优势——“乡土菌种”；

技术优势：已获得10项国家发明专利；与国家菌种资源库及中国农业科学院农业资源与农业区划所食用菌团队的稳定合作；“内蒙古矿山重金属污染生态修复技术研究与应用”获得中关村绿色矿山产业联盟科技进步二等奖（国家奖励办备案编号0265）；

应用优势：在单产提升、化肥减施、盐碱地改良、矿区修复、草地退化修复、林下经济等不同领域进行了大量的应用示范，积累了丰富的应用技术和经验。

本项目同破题五大任务中“生态屏障”、“农畜产品加工基地”、“向北开放桥头堡”“践行大食物观”相关联，可以成为推进落实习近平总书记交给内蒙古五大任务的有力抓手。

证书号第6801508号



发明专利证书

发 明 名 称：一种矿区土壤植物微生物改良施肥装置及方法

发 明 人：魏杰;包玉英;杜善周;曹勇;石俊庭

专 利 号：ZL 2024 1 0038559.7

专 利 申 请 日：2024年01月11日

专 利 权 人：内蒙古大学

地 址：010000 内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区大学西路235号

授权公告日：2024年03月19日 授权公告号：CN 117546643 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第6901507号



发明专利证书

发 明 名 称：一种退化草地再种植微生物修复装置及方法

发 明 人：魏杰;贾振宇;张跃华;刘长涛

专 利 号：ZL 2024 1 0087373.0

专 利 申 请 日：2024年01月22日

专 利 权 人：内蒙古大学;蒙草生态环境(集团)股份有限公司

地 址：010000 内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区大学西路235号

授权公告日：2024年04月12日 授权公告号：CN 117598056 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

证书号第6886681号



发明专利证书

发 明 名 称：一种菌根食用菌林下栽培用施肥装置及工艺

发 明 人：魏杰;雷凯宇;李发伟;孙海波

专 利 号：ZL 2024 1 0091035.4

专 利 申 请 日：2024年01月23日

专 利 权 人：内蒙古大学

地 址：010000 内蒙古自治区呼和浩特市赛罕区大学西路235号

授权公告日：2024年04月09日 授权公告号：CN 117598156 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

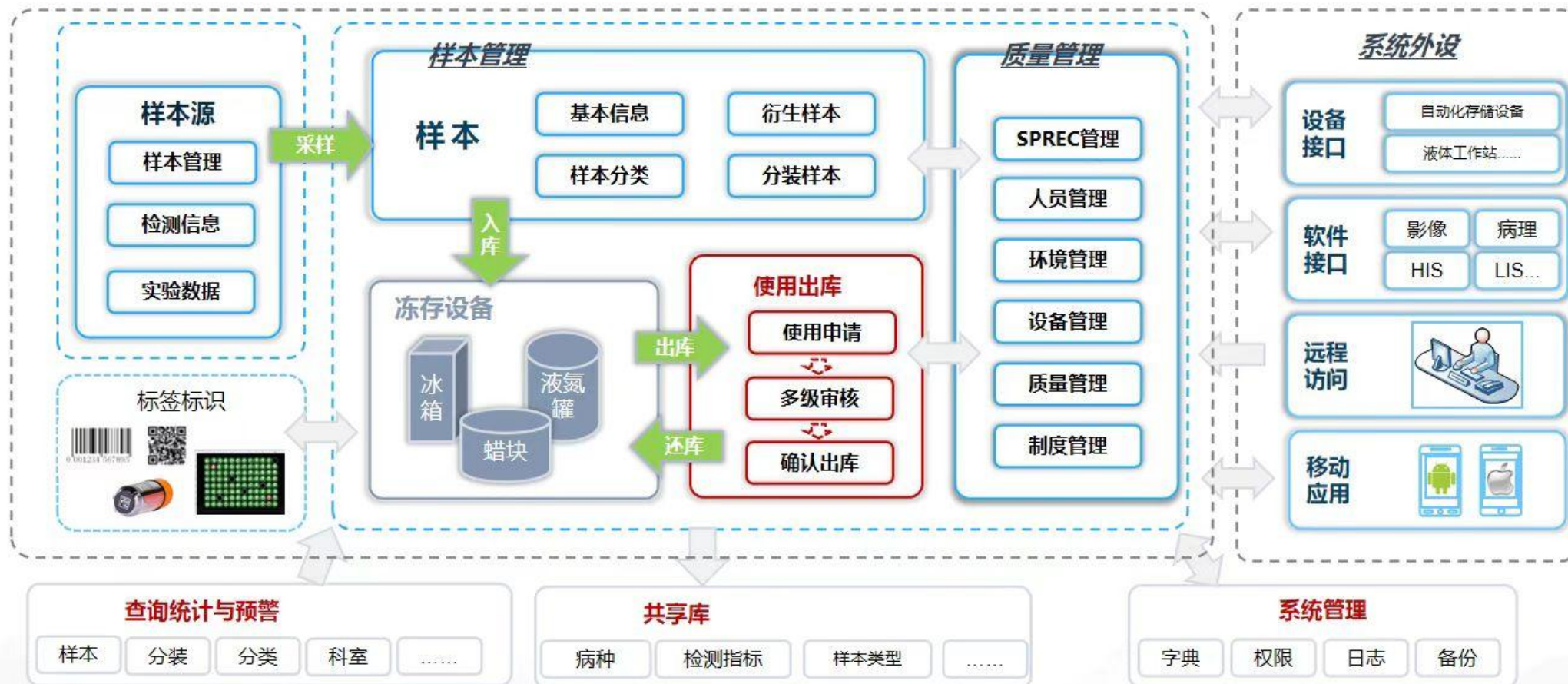
其他事项参见续页



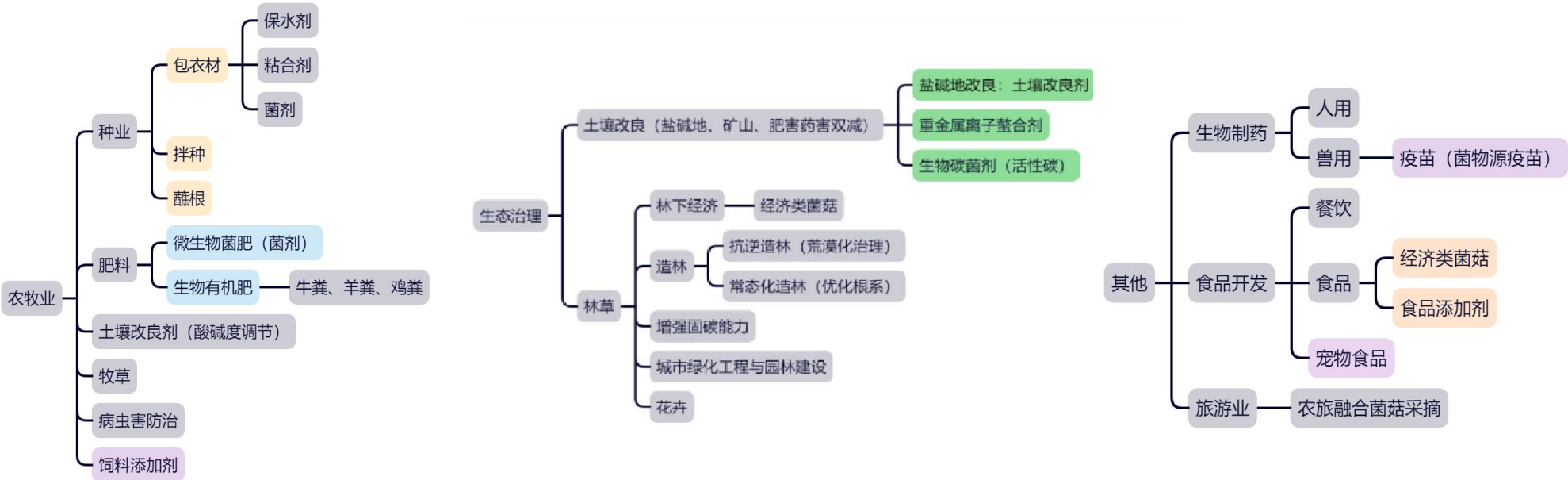
第二章 产品技术



微生物种质资源库管理架构与大数据平台建设



应用场景

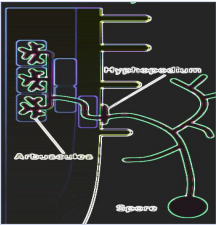
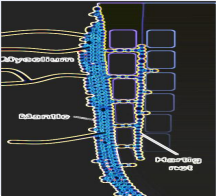


微生物固碳：（碳汇计算方法学亟待开发）

- 丛枝菌根真菌共生体在全球范围内为50亿吨；
- 菌丝直接影响表层30cm土壤有机碳库总量的 4 ~ 55%；
- 外生菌根菌丝体占整个森林土壤生物量的45% ~ 55%，在腐殖质层土壤中外生菌根菌丝总量达700-900kg/ha。

菌种

分类

分类	图片	应用领域	作用原理	应用方法	代表性菌种	产品形态
内生菌AM		农林生产、生态修复、重金属治理	诱导寄生植物产生系统抗性；抑制病原菌生长；增加分蘖数；增加固氮、溶磷、生成激素、改变根系形态、调解渗透、提高磷酸铁载体产量、增强溶解活性、调节气孔等	拌种、穴施、蘸根、基质混合、喷播等	丛枝泡囊型（VA菌根）； 杜鹃类菌根和兰科菌根	固态粉状
外生菌EM		育苗造林、抗逆造林、病害防治	扩大树木营养吸收面;增加树木对营养元素的吸收;生成细胞生长素、分裂素、赤霉素；增强树木抗病性、抗旱性、抗盐碱性、抗寒性等。	蘸根，注射、灌根等	牛肝菌、红菇菌	液态/固态粉状/固态颗粒

内生菌根菌产品



≥1000 个孢子/g



≥200个孢子/g
哈茨木霉≥5×10⁷ CFU/g



≥50个孢子/g

外生菌根菌产品



液体繁殖体数量≥1800个/g
固体孢子含量≥3×10⁶ 个孢子/g



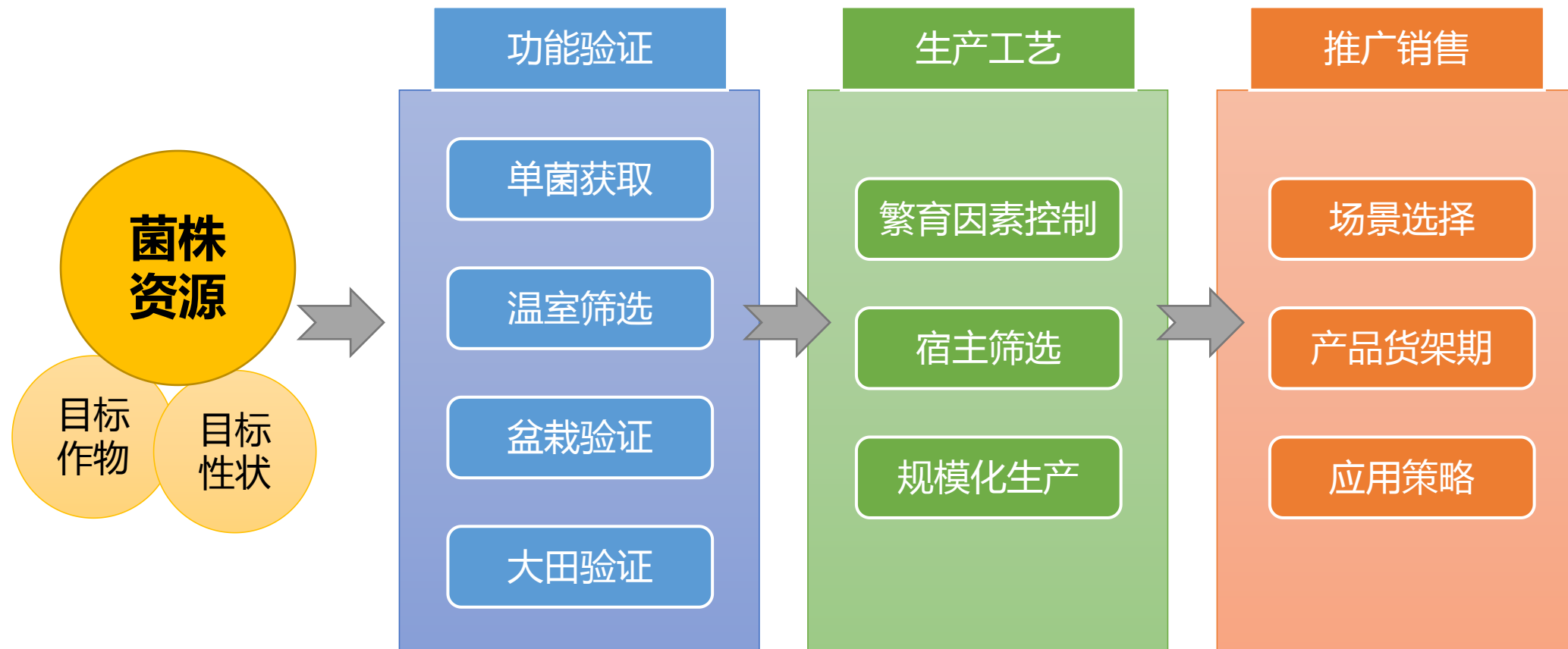
矿物基菌剂产品



复合微生物菌剂

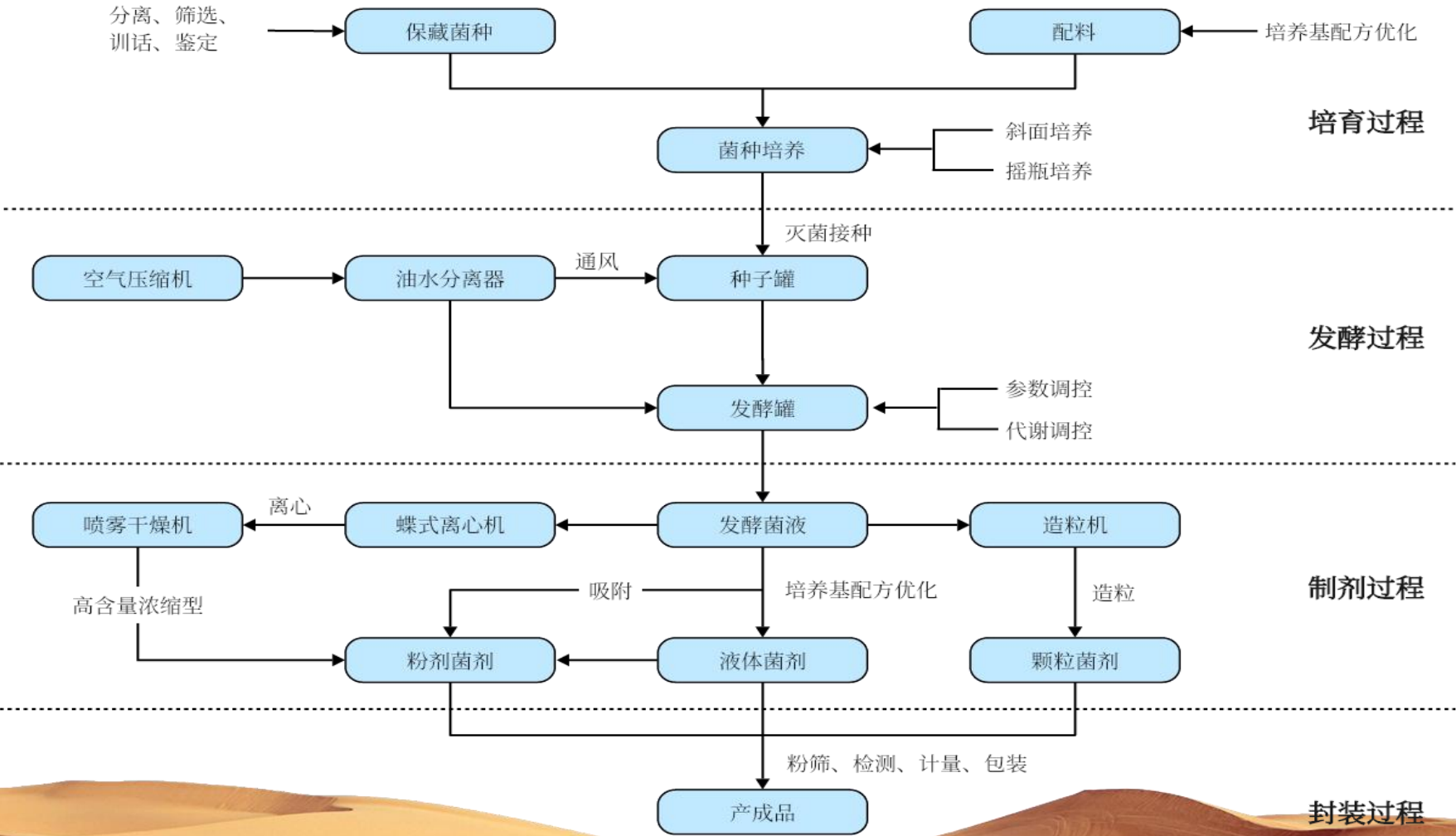
产品分类





生产

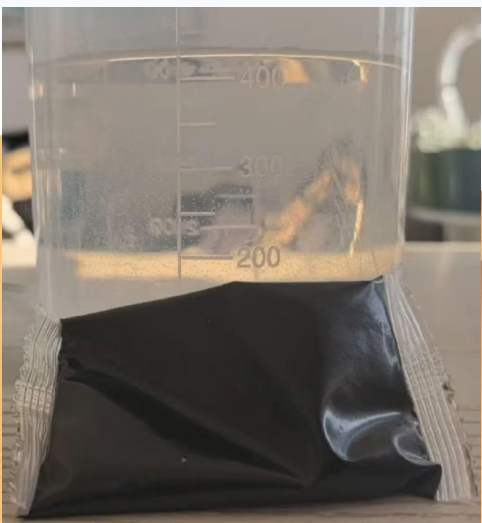
流程



第三章 产品类型



第三章 产品类型



- 1、以菌根菌为主导的集成产品开发者
- 2、以菌根菌集成产品为支撑的全套解决方法提供商

C端产品

- 面向农业生产的AM微生物菌肥
- 添加了AM菌剂的生物有机肥

B端产品

- AM种子包衣材料
- AM/EM菌剂（标准化产品/定制化产品）

项目工程

- 矿山修复
- 盐碱地改良
- 高标准粮田建设
- 林下经济



中国最大规模的
AM+EM菌根菌种质资源库



菌根菌微生物和
分子生物产业研究院



菌根菌先进材料生产与
双碳循环经济产业基地

并通过引进消化吸收再创新打造
国内领先的菌根菌研发与制造

第四章 市场与应用



第四章 市场与应用

盐碱地改良-中国农业科学院创新工程联合攻关重大科研任务——盐碱地产能提升关键技术与集成示范

国家盐碱地综合利用技术创新中心



2022年5月在山东东营盐碱地生物育种与现代农业试验示范基地开展试验

重度盐碱地 大豆种子包衣增效技术集成示范

技术要点：揭示微生物促进植物盐碱适应能力的提升机制，建立盐碱地利用的微生物强化体系

品种选择：大豆选用耐盐碱普通夏大豆品种（齐黄34）

方案设计：用菌根真菌、芽孢杆菌、根瘤菌混合菌剂对大豆进行包衣处理

负责人：中国农业科学院农业资源与农业区划研究所 张晓霞 研究员
内蒙古大学生命科学学院 魏杰 副研究员

重度盐碱地生物强化技术示范

中度盐碱地 苜蓿种子包衣增效技术集成示范

技术要点：揭示微生物促进植物盐碱适应能力的提升机制，建立盐碱地利用的微生物强化体系。

品种选择：苜蓿选用盐敏感短生育期品种

方案设计：用菌根真菌、芽孢杆菌、根瘤菌混合菌剂对苜蓿进行包衣处理

负责人：中国农业科学院农业资源与农业区划研究所 张晓霞 研究员
内蒙古大学生命科学学院 魏杰 副研究员

中度盐碱地生物强化技术示范

第四章 市场与应用



“根瘤菌+菌根菌” 拌种促生试验

处理	样点	测产面积 (m ²)	鲜重 (kg)	折算亩产量 (kg)
CK	1	7.2	16.50	1434.36
	2	7.2	14.89	
	3	7.2	15.05	
	4			
常规施肥	1	7.2	25.70	1977.84
	2	7.2	19.65	
	3	7.2	18.70	
	4			
硅基颗粒菌肥	1	7.2	24.01	2281.95
	2	7.2	22.99	
	3	7.2	26.89	
	4			
AMF	1	7.2	20.43	2054.68
	2	7.2	18.86	
	3	7.2	27.25	
	4			

测产结果

第四章

市场与应用

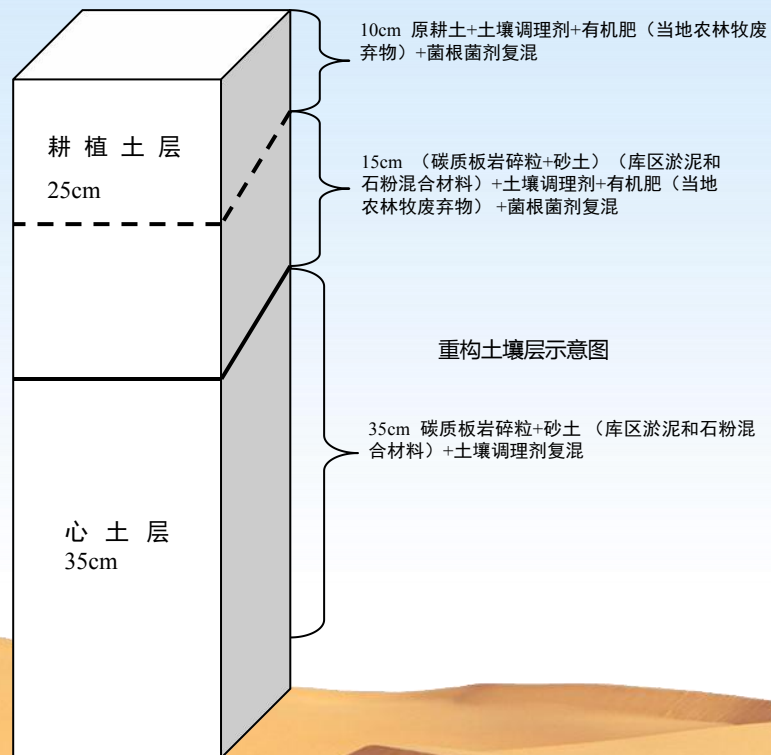
临时用地复垦-华能西藏雅鲁藏布江水电开发投资有限公司加查水电站



第四章 市场与应用



第四章 市场与应用



六种土壤



附近农户耕植土 (20cm范围)



1号渣场碳质板岩



2号渣场砂石



现场堆料耕植土



1号+2号混合土15cm



5号+土壤改良剂+有机肥+菌剂
25cm



第四章 市场与应用



第四章 市场与应用



第四章

市场与应用

“菌根真菌+超富集植物+耐性蚯蚓”协同修复白云鄂博矿区的研究与示范



第四章 市场与应用



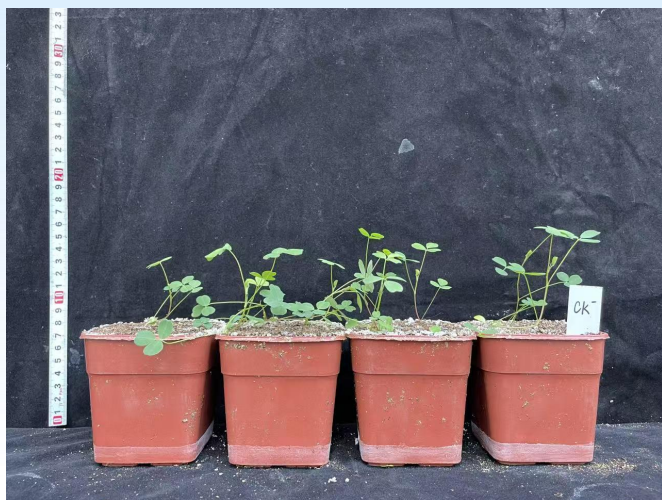
第四章 市场与应用

矿区修复-黑岱沟和哈尔乌素矿区





苜蓿种子包衣



对照



根瘤菌+丛枝菌根真菌



丛枝菌根真菌



丛枝菌根菌

商业菌剂

对照



丛枝菌根菌

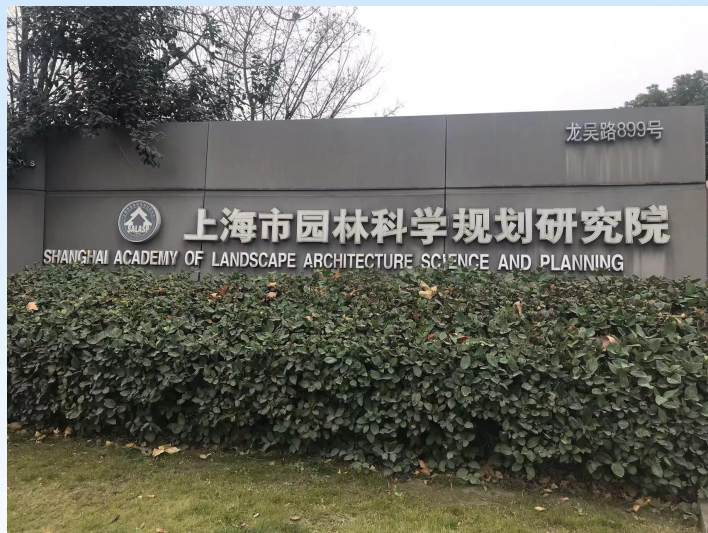
商业菌剂

对照

第四章

市场与应用

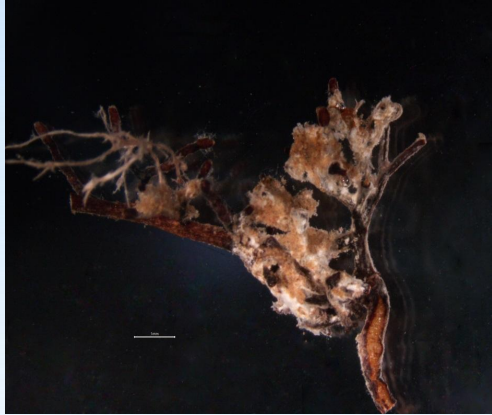
园林植物移栽



第四章

市场与应用

林下经济-菌根食用菌



第四章

市场与应用

林下经济-菌根食用菌



乡村振兴——现场加工



乡村振兴——出售





第五章 合作模式



- 农业托管公司、粮食果蔬种植龙头企业、各地农业合作社
- 生态修复、矿山治理、土壤改良服务提供商
- 城市绿化、荒漠化治理、植树造林业务关联企业及林场
- 科研机构





感谢观看

植物的共生伙伴·土壤健康守护者