

张金霞研究员



系列技术创新 破解食用菌菌种问题瓶颈

撰文·供图 张金霞

历经50年的快速发展,食用菌已经成为我国大众餐桌上的日常美食。据中国食用菌协会统计,2021年全国食用菌产量4133.94万吨(鲜重),产值3475.63万元,是继蔬菜、粮食、水果、中草药材之后的第五大类作物。我国可栽培的食用菌约90种,已实现商业化栽培的30余种,产量逾百万吨的大宗种类有香菇、木耳、平菇、金针菇、双孢蘑菇、杏鲍菇、毛木耳和蟹味菇等8种(类)。以2021年为例,食用菌栽培消化的秸、秆、皮、壳、木屑等农林副产品4863.5万吨,产出蛋白质103.35万吨,相当于516.75万吨牛肉,而生产这么多的牛肉则需要饲料粮

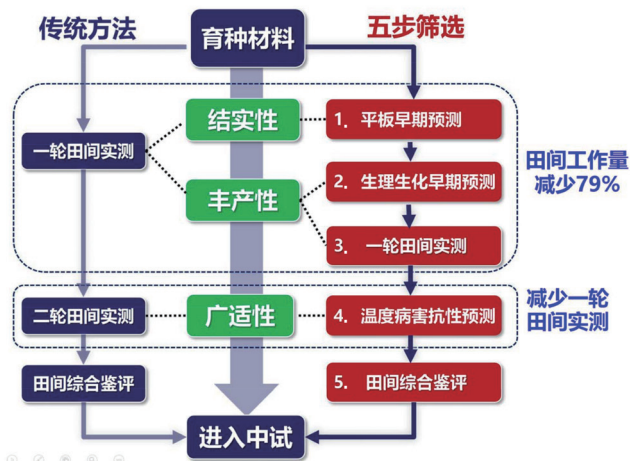
3617.25万吨、耕地7234.5万亩。可见,食用菌在保障我国粮食安全中具有举足轻重的作用。

食用菌不仅营养丰富、味道鲜美,还含有真菌多糖、甾醇、腺苷、多酚、萜类等活性成分,具有提高免疫力、强身健体、延缓衰老、抗炎、抗肿瘤等诸多作用,促进人类健康。中华民族利用食用菌已有数千年历史并延续至今,多样化的饮食习惯和对食用菌营养价值认识的普及和深入,促使我国食用菌消费市场不断增加,食用菌生产规模也随之扩大,农村食用菌生产积极性不断高涨。然而,大面积霉菌侵染、减产甚至绝收的问题长期困扰着生产者和科研工作者。研

究发现,这些问题的产生,除了生产环境条件可控性差,最主要原因在于菌种的自身特性。品种抗性不强、适应性不够广泛;种源随意引进、冠名,种性不清,不能做到良种良法配套生产;作坊式经验生产,大量无标可循的老化、退化、劣化菌种流通使用,严重威胁着我国食用菌生产的持续稳定健康发展。因此,菌种技术瓶颈必须打破。

受综合国力的制约,我国的食用菌生产多年来处于有产业无种业的状态,生产仅仅是有菌种可用而已,而“菌种”二字虽简单,涉及的技术就不那么简单了。从生产用菌种开始,一直追溯到品种及其育种材料和技术,这是一整套的种业链技术。解决品种问题,则需要选育抗性强、适应性广的优良品种,需要高效育种技术以及丰富的可利用性强的种质资源;解决生产用种的质量问题则需要菌种生产的规范化、标准化技术和产品质量标准,以及伪劣菌种的鉴定技术。只有将这一系列技术贯通,才能突破瓶颈,最终实现“良种-良繁-良法”生产。问题来自生产,自下而上;解决问题则需要从根源着手,自上而下。

选育优良品种,首先要广泛采集、收集种质资源,建立种质资源库。种质资源工作最初从1986年3月收集优良栽培种质开始;为了准确地分类鉴定,2006年和2015年先后从国外专业机构引进标准菌株;2004—2016年连续数年开展野生种质的调查采集。然后研发鉴定评价技术,分类开展栽培条件、菇体外观、生产周期等可利用评价。对于同属内形态相近多栽培种的种类,还要进行近缘种鉴定,以避免由育种材料选择错误导致的杂交失败。将这些鉴定评价的技术数据集中存储,建立菌种数据信息库,提高种质资源的利用性。研发的全基因组与多基因相结合的多种分子鉴定方法,在全国食用菌菌种普查中发挥了关键性作用,鉴评了全国生产用菌种2100余份,正名388个,遏制了假冒伪劣菌种的使用;研发制定的15项国(行)标,形成了菌种技术标准体系,促进了良种良繁、良种良法生产,实现了“良种-良繁-良



五步筛选高效育种技术示意图,运用这种技术,中试前的育种周期可由传统的5年缩短至3年

法”的技术配套和推广。

多年来,食用菌种质性状评价多采用栽培试验的方法。然而,食用菌栽培种类多,性状测试条件千差万别,且对环境条件敏感,对于大量种质的评价来说,达到稳定可控的试验条件难度较大,这也正是食用菌育种中性状预测的技术瓶颈。为此,提出结实性、丰产性和广适性是食用菌的核心农艺性状。围绕这三个核心性状,首创了菌丝显微特征、培养特征、培养温度曲线、基质菌丝纤维素酶活性、平板菌丝抗病性、脂膜氧化指标和热胁迫响应等系列室内鉴定评价方法。这些方法不仅可以用于种质资源评价,还可用于育种实践。传统育种中,至少三轮田间筛选才能进入中试,而田间筛选工作量大。在“结实性、丰产性、广适性”室内测试技术的基础上,创新建立了“室内鉴定结实性→室内预测丰产性→田间实测丰产性→室内检测广适性→田间综合鉴评”五步筛选高效育种技术,田间栽培检测量仅为传统育种初筛样本量的21%。室内的广适性检测,可以淘汰敏感性材料,较传统育种的田间检测缩时90%,中试前的育种周期也由传统的5年缩短至3年。

综上,历时27年攻关,取得了以下4方面的创新成果。



国家科学技术进步奖二等奖获奖证书

1. 创建了世界最大的菌种实物和可利用信息同步的国家食用菌标准菌株库, 涵盖全部可栽培种类, 国内外90%以上的生产用菌株, 发掘耐碱性木耳、低温榆黄蘑、广温性香菇、高活性物质猴头、低温敏感性秀珍菇、抗病性平菇、抗冻性平菇等一批特色种质。

2. 建立了物种、菌株、经济性状等多层级的精准鉴定评价技术体系, 分辨力从0.910提高到

0.967, 为食用菌种质资源的高效利用奠定了方法学基础。构建了食用菌菌种技术标准体系, 使菌种生产有标可依, 促进菌种生产的专业化、标准化, 提高菌种质量, 可用于新品种选育、推广以及菌种生产、管理等产业各环节。

3. 首次提出结实性、丰产性、广适性“三性”为核心的食用菌育种理论, 形成“五步筛选”高效育种技术, 突破了性状预测难、田间筛选量大导致效率低的技术瓶颈。菌丝的显微形态、交配型连锁基因、纤维素酶活性、温度梯度培养曲线、硫代巴比妥酸反应物、蛋白羰基含量、油酸、亚油酸等首次成为育种的性状预测标识。

4. 选育适合我国园艺设施条件生产的耐高温、耐大温差、抗冻、抗病等广适性新品种30余个。近年来霉菌侵染、减产、绝收等问题大幅度减少, 产量和品质显著提高。

作者简介

张金霞, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所研究员, 从事食用菌产业科技研究。

(责编 桑新华)



培育成功的部分品种