

双孢蘑菇栽培基质制作工艺改进技术探讨

忻龙祚¹ 姚太梅¹ 刘洋¹ 袁婕² 王亚军²

(1 河北北方学院农林科技学院 河北 张家口 075000; 2 沧州市园林绿化局 河北 沧州 061000)

摘要: 栽培基质是双孢蘑菇生产的重要组成部分, 本文就双孢蘑菇栽培基质的配方设计原则、培养料的选择与加工、培养料的含水量控制及高温好氧发酵流程等展开探讨, 以期河北省及相关地区开展双孢蘑菇生产提供参考。

关键词: 双孢蘑菇栽培基质; 配方设计原则; 原料选择加工; 高温好氧发酵; 设施设备

双孢蘑菇也称蘑菇、白蘑菇, 人工栽培起源于1600年的法国, 是目前世界上栽培最为广泛的食用菌种类。在我国起步于20世纪20年代的福建、上海等地^[1], 80年代以后逐步向北方发展, 其栽培生产模式与技术均以从欧美等西方国家引进为主。双孢蘑菇属于典型的草腐食用菌, 其栽培基质是主要甚至唯一的营养来源, 因此优良的栽培基质是双孢蘑菇高产的基础。双孢蘑菇栽培基质制作对原料的选择、加工工艺均有极高的要求, 要求栽培基质不仅可以提供全面且均衡的可利用营养成分, 且其含水量、透气性以及原料的来源与成本都必须严格控制, 且执行严苛的操作规程来完成整个工艺流程。笔者从1997年开始专门致力于口蘑等草腐食用菌开发与研究工作, 总结本人与国内外众多生产者的实际经验, 就双孢蘑菇栽培基质制作工艺提出几点意见, 供生产者参考。

1 栽培基质配方的设计原则

1.1 因地制宜选取碳、氮来源主料。双孢蘑菇栽培过程中, 碳、氮是影响其生长的主要因素, 因此选择含有适量碳、氮的主料并且降低生产成本变得尤为重要。河北省作为农业大省, 适宜双孢蘑菇栽培的碳源主料非常丰富, 特别是冀中南地区, 小麦、玉米、棉花等农作物具有较大种植面积且产量稳定, 这些农作物秸秆都是很好的碳素原料; 猪、鸡、牛、羊等畜禽粪便可作为氮素原料。各地均可以积极利用周边地区现有的农作物秸秆和畜禽粪便等作为碳、氮来源主料, 为当地的双孢蘑菇栽培提供地缘基质, 在实现动植物残渣或粪便循环利用的同时, 节约成本, 提高经济和社会效益。

1.2 积极开发利用新原料。众多的草本植物(如杂草、芦苇等)也可以作为新的栽培原料使用。关于农产品加工副产物、杏鲍菇等木腐食用菌栽培废料(菌渣)、酒糟、中药渣等用于双孢蘑菇栽培的报道很多^[1], 且双孢蘑菇都有良好的生长表现。此为依据, 可积极开展新栽培原料的探索并将其应用于实际生产。笔者认为

药渣等新原料在配方中可替代部分传统碳、氮源主料, 对丰富配方中双孢蘑菇栽培所需各种营养、提高其产量、实现废弃物就地循环利用、降低生产成本等具有重要意义, 但要实际考量其具体化学成分, 了解其物理结构, 进而合理设计其在双孢蘑菇培养料配方中的含量, 其加工、发酵等也要结合实际情况进行适当改进。

1.3 科学合理设计基质配方。科学合理的碳、氮含量及碳氮比对于双孢蘑菇生产非常关键。生产经验表明, 双孢蘑菇栽培过程中, 合理的碳氮比为30:1, 尿素等可以用作氮源来调节配方中碳氮比, 但注意用量上限为主料的0.5%。特别说明的是, 从基质营养角度出发, 合理氮素含量有利于双孢蘑菇栽培, 如氮含量太高, 会使氨气释放时间变长, 同时发酵时间也 longer, 这会影响到栽培基质结构和营养; 从基质透气性角度考虑, 通常把粪肥(干)比例控制在总质量的60%以内。钙、磷等矿物质元素则根据需要合理添加, 以达到营养成分全面且平衡, 其中石膏作为钙素的主要来源物质, 在提供矿物质同时, 可以改善基质的微观物理结构; 生石灰主要起到缓冲培养料内酸碱度变化的作用, 其具体用量需通过试验确定。关于磷肥的使用说法较多, 大部分认为双孢蘑菇栽培废料中的磷不易被农作物吸收利用, 渗入土壤之后容易引起土壤污染。我国的好多地方也有选择1%磷肥用于实际生产, 但其对双孢蘑菇栽培的影响则没有确切报道可供参考, 具体其添加的必要性与用量的多少需进一步试验确定。

2 原料的选择与加工

2.1 玉米芯选择与颗粒化加工。选择无霉变新鲜玉米芯, 需依据“挤、切、揉”加工工艺流程将其加工至12~60 mm 粒径大小, 要求加工过程中尽可能减少粉末料产生, 颗粒标准为看似颗粒, 其实已经裂缝, 这样便于水分进入, 扩大与发酵微生物接触面积, 促进发酵和菌丝对营养物质吸收利用。该流程同样适用棉花秸秆等较为硬质加工原料。目前原料加工方法有2种, 其一是利用饲料粉碎机破碎, 优点是颗粒粒径大小均匀可调, 但粉末太多, 颗粒完整浸水费时; 其二是利用简单的机械将整玉米芯压扁开裂, 但颗粒粒径较大, 不利于和粪肥类物质混合均匀, 不利于吸水浸泡发酵和后期保水。

2.2 秸秆的切碎与揉制。笔者通过试验证明, 麦秸切

碎至2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、10 cm长的段与整秸秆对发酵和双孢蘑菇栽培影响无显著性差异,而切段至4~6 cm更便于机械搅拌均匀且省工。揉制加工通过机械破坏秸秆表面蜡质层,利于培养料吸水发酵和双孢蘑菇菌丝进入,该方法适宜于玉米、小麦等作物秸秆的切碎与发酵。目前郑州、江苏溧阳等机械公司在进行相关撕碎机械等的开发工作,也有设备上市,但存在造价高、加工原料密度小时容易被“吃料”等问题。

2.3 粪肥的选择与加工。食用菌栽培过程中,腐熟的粪肥可以提供食用菌生长所需的各种营养元素,其效果也已经得到了验证^[2]。粪肥纯度在85%以上,已经厌氧发酵料不能超过20%。根据粪肥具体的性状采取粉碎、糊化等加工措施,达到能和玉米芯或其它秸秆均匀混合,或者粘在颗粒表面,禁止超过10 mm大粪块出现在混合料中。其中干牛粪粉碎用普通的粉碎机即可,糊化可以用搅拌机经改造后完成。

2.4 菌渣、中药渣、酒糟等代料的选择与加工。菌渣、中药渣、酒糟等代料也可以作为双孢蘑菇栽培的原料使用^[3],如无较大(直径超3 mm)的坚实颗粒可以直接使用,太大颗粒需要挤压粉碎之后和秸秆、粪肥配合使用。

3 原料含水量控制与搅拌

3.1 原料的含水量控制。食用菌喜湿,不论是孢子萌发、菌丝发育还是子实体形成,其各个生长阶段都需要水分参与。食用菌栽培过程中所需水分主要来自培养料^[4]。秸秆或玉米芯原料的预湿程度影响栽培基质的含水量,也是原料发酵的基础条件,要求水分浸透而养分不流失,秸秆用手扭可见水分挤出,玉米芯颗粒掰开无白心即可。干粪肥也要提前预湿至手握成团(含水量40%~50%),避免因浇水太急或不均匀使得酱油色粪水乱流,造成养分流失和环境污染,若是新鲜湿粪则要注意适当减少其含水量,也可以提前搅拌糊化后再与秸秆类原料混合。

3.2 原料的搅拌及注意事项。搅拌作为食用菌培养料加工制作的必需工艺环节,保证原料成分、含水量和酸碱度均匀。其具体工艺如下:首先将几种主、辅原料混合均匀,其次注意石膏粉用量要少,要先和粪肥混合,然后再和秸秆混合。搅拌期间注意调节酸碱度和培养料含水量至适应范围(65%~70%),此时用手紧握指间会有1~2滴水挤出。不同的发酵方式会明显影响到培养料含水量,室外堆积(假发酵)主要是达到秸秆类原料均匀预湿的目的,过程中水分蒸发和流失较多,所以最初原料含水量可以适当升高到70%~80%;若采用发酵车、发酵罐等密闭式罐内发酵,水分散失相对较少,含水量一般不超过68%即可。因粪

肥本身酸碱度的差异,加上制作工艺、微生物发酵等的共同作用,培养料的酸碱度在发酵过程中会酸化,建堆发酵时需用生石灰调节pH值至8~9。

4 培养料的高温好氧发酵

4.1 高温好氧发酵的作用。发酵过程中的微生物活动使得原料中的大分子物质(纤维素、蛋白质等)降解为小分子物质,以利于双孢蘑菇菌丝利用;参与整个发酵过程中的微生物包含细菌、真菌、放线菌等,其在发酵过程中对温度的选择适应能力不一,会随料内温度变化伺机参与发酵过程,促进微生物群落更替,残体又可以作为新生物的氮源被利用;巴氏消毒杀死了和双孢蘑菇具备竞争力的嗜冷、嗜温微生物,也为发酵后的物料提供了选择性。

4.2 原料预湿与第1次堆料。原料预湿均匀是好的栽培基质制作的基础,适宜的水分环境是参与发酵的微生物生存的必需条件,预湿的方式有多种,浸泡或喷淋是较常见的预湿方式。国内外很多研究^[5]表明:室外堆积发酵(假发酵)时,穿透力极强的湿热蒸汽可以促使发酵堆内实现秸秆含水量均匀,而不是促进原料实现焦糖化反应,因为没有达到实现焦糖化反应的必需条件(140℃~170℃)。笔者认为只要可以实现原料预湿效果即可,70℃~80℃高温堆料并非必要,当其温度达到70℃以上时,会使得大部分微生物被杀死或处于休眠状态,反而不利于培养料降解。

4.3 巴氏消毒。基料搅拌均匀后,开始主要是嗜冷、嗜温微生物活动,后期随着温度升高,嗜热微生物活动逐渐活跃,当温度上升到56℃~65℃后维持8~10 h进行巴氏消毒,可将和双孢蘑菇具有竞争力的嗜冷、嗜温微生物杀死,使双孢蘑菇菌丝在制好的栽培基质中具备绝对竞争优势。当温度继续升高,一些有益菌也会被杀死,从而影响培养料发酵效果,因此,通过翻料释放多余热量,保证发酵均匀显得尤为关键。在此过程中还要考虑当培养料堆积48 h而料温不能上升到所需温度(45℃)的原因,水分太多或太少、外界温度低、通风多等都可能导导致料温不上升。

4.4 通风和高温好氧发酵。巴氏消毒结束,通风配合翻料把料温快速降至50℃±2℃左右,维持45℃~55℃的温度完成高温好氧发酵是基质制作的主要环节。温度维持对实现料的选择性至关重要,其可以最大限度的激活嗜热微生物,主要是嗜热侧孢霉、嗜热放线菌、嗜热细菌等微生物活动,试验结果表明,双孢蘑菇栽培基质质量与嗜热侧孢霉生物质总量呈正相关^[6]。氧气含量和温度是高温好氧发酵的2个关键参数,通风^[7]是调控培养料温度的主要方式。传统的室外堆积发酵靠打孔形成“烟囱效应”来实现料堆内部氧气供给,虽在某种程度上可以通过底部通风措施减

少厌氧发酵,却很难实现发酵料的均匀性,翻堆又增加了额外的繁重劳动,且污染大。国外引进的隧道发酵虽可以有效促进发酵进程,却需要在不同的隧道间倒料来实现翻堆和换气。笔者近十年来一直致力于双孢蘑菇栽培料的发酵设备研究,研发试制一次成型发酵车、发酵罐等,利用底部分布均匀的高压空气来实现料内所需氧气补给、废气排除,利用高压空气循环来实现发酵车或发酵罐内的热量均匀分布,取得了明显的试验成效,可以进一步推广。高温发酵持续时间长短与培养料(主要是秸秆等)的理化性质密切相关,笔者认为利用发酵有效积温(用温度·小时表示)是比较科学的控制发酵的参数指标,而不同的培养料具体发酵积温则需要通过试验来分别确定,其腐熟程度应根据原料本身与栽培品种综合考虑。

4.5 发酵方式及设备更新。传统室外一次发酵除场地外无固定设施设备投入,因发酵不便控制而质量不稳定、用时有工多、环境污染等缺点已经被淘汰。室外一次结合室内蒸料二次发酵因环境污染与能量消耗大而正在被引进的隧道发酵逐步取代。我国现行许多隧道发酵是荷兰等西方国家隧道发酵方式的“断章取义”,存在“形似神非”、配套工艺技术不到位等严重问题;同时隧道间倒料排出的废气没有回收,也存在污染环境和氨氮流失问题;也有生产布局与工艺流程不符合导致的原料多次转运成本增加的问题。目前我国双孢蘑菇栽培的主要问题则是引进的发酵隧道及配套大型机械与生产规模小且分散的现状不匹配导致的设备利用率低下,成本高、效益低是目前双孢蘑菇工厂生产的“通病”。研发轻简化双孢蘑菇栽培基质制作设备是我国双孢蘑菇产业发展的必需之路。河北北方学院主持研制的一次成型发酵车试验成功,进料前所有原料配料、搅拌和木腐食用菌原料制作相同,设备可以通用,优点是可实现发酵过程免翻料与氨气的再吸收利用,无需任何外部能源,缩短发酵时间30%以上,起始料温高发酵时间还可以缩短;缺点是因重力作用和风机直吹使底层料发干,出料后需要搅拌混匀。滚筒式发酵罐是在发酵车的基础上实现自动化进出料,发酵过程料自动上下翻动,靠气泵实现供氧、内外气体交换与控温,配套废气回收系统,该设备正在河北省绿健食用菌科技有限公司(张家口张北)开展生产试验。立体叠加式发酵罐可以实现原料发酵与养菌(三次发酵)一次性完成,已经完成理论设计,正在绘制机械图纸,小型试验罐预计年内完成。

4.6 发酵料评价指标。关于发酵料的评价指标众多,有的需要复杂的分析化验方法,有的需要配备专业的仪器设备,不适用于双孢蘑菇生产一线。综合考虑一

线生产者的可操作性,结合笔者多年实践经验,查阅相关文献资料,笔者提出以下简单实用的评价依据供从业人员参考:①闻不臭,无刺鼻气味;②摸不黏,手握成团,落地散开;③形似质酥,秸秆或玉米芯颗粒看似原形,但易拉断、掰开;④无大粪粒与黏块,看不到直径超20 mm粪块或50 mm以上团块;⑤pH值7~8;⑥含水量适宜,手握指间有水挤出1~2滴,实验室检测培养料含水量65%~68%;⑦C/N在17~20:1,N含量在1.4%~2.0%;⑧发酵结束后料堆体积是发酵前的60%~70%。

5 补氮辅料的添加

在双孢蘑菇生产过程中,除了存在于作物秸秆中的氮源外,通常还需要添加尿素、豆粕等补充氮素营养,但要注意用量和添加时间。例如添加尿素等有机氮肥时必须控制添加量,不要超过0.5%,若是发酵过程中氨气不能被转化利用,则最好不添加。豆粕等植物性补氮辅料必须要经过处理才能添加,尽量避免早期杂菌导致霉变产生。资料显示,荷兰用0.3%~0.6%福尔马林浸泡处理,在播种或覆土时添加可以增产10%~22%,添加量一般掌握在600 g/m²(湿料的1%左右)。另外,在其产量没有超过15 kg/m²之前不建议添加。

6 正确认识发酵过程中的氨气

氨气是伴随着培养料发酵产生的副产品,对发酵过程中秸秆的降解有明显的促进作用,在发酵初期,需要一定的氨气氮来保证最佳发酵效果;氨气在发酵过程中如不散失可以被转化利用,要考虑如何转化发酵过程中产生的氨气;氨气对双孢蘑菇菌丝有毒害作用,培养料发酵完成,氨气必须排出,以人的鼻子闻不出气味为佳。

7 竞争性杂菌的控制

发酵质量好的培养料是选择性很强的培养基质,多数竞争性杂菌不适合在其上生长,因此发酵过程中控制适宜的料温与巴氏消毒是杀死竞争性杂菌、保证发酵质量的主要手段。发酵完成后,为控制环境中竞争性杂菌再次侵入,降温出料至播种过程必须要快,空间、器具以及操作人员消毒也非常必要。采取表层料接入大量双孢蘑菇菌种,旨在让该菌优先占领培养料表面而获得绝对竞争优势。发酵好的培养料如果不能及时播种,储藏必须要考虑无菌程度和温度等条件。

8 双孢蘑菇生产组织探讨

近年来,我国农村生产力水平得到了极大提高,但劳动强度大、劳动环境差,这就使得机械化、智能化应用越发必要。笔者认为双孢蘑菇产业要在河北省有所突破,须采取各生产阶段分工协作,形成产业化

河北烟叶含青率偏高的原因分析及应对措施

李敏¹ 郑振兴¹ 安泉成¹ 陈良友² 孟慧景^{1*}

(1 河北中烟工业有限责任公司 河北 石家庄 050051; 2 河北省烟草公司 河北 石家庄 050000)

摘要: 为了提高河北烟叶原料的品质, 本文针对烟叶含青率偏高的问题, 从大田管理、成熟采收、烘烤调制、烟叶分级等四个环节进行原因分析, 并针对性地进行质量控制和质量改进, 从而降低河北烟叶的含青率, 提高了烟农收入, 也满足了卷烟工业的使用需求, 实现高质量的烟叶原料保障。

关键词: 烟叶; 含青率; 原因; 措施

随着高质量原料保障工作的需求, 卷烟工业企业对烟叶内在质量要求不断提高, 而目前降低烟叶含青率是提高烟叶质量的重要措施, 河北烟叶含青率偏高, 不仅将直接影响本地区烟叶的质量, 也会严重影响烟农的种烟收入^[1], 限制本地区烟叶的可持续发展。因此解决烟叶含青率偏高问题迫在眉睫, 是烟叶生产工作的重中之重。

含青烟叶是指黄色烟叶中含有任何可见的青色^[2], 含青烟叶香气质差, 香气量少, 青杂气重, 刺激性大, 吸味差^[3]。微带青烟叶是指黄色烟叶上叶脉带青或叶片含微浮青面积在10%以内者。青黄色烟叶是指黄色烟叶上有任何可见的青色, 且不超过三成者。含青烟叶与正常成熟的烟叶相比, 不仅外观颜色有差异, 更重要的内在品质有明显区别。随着含青程度的

增加, 不利的化学成分含量明显增高, 香气质变差, 香气量减少, 青杂气和刺激性亦随之增大。含青烟叶与其他烟叶混在一起, 既影响卷烟制品的色、香、味, 还会给卷烟原料的模块配方带来困扰。在烟叶收购标准中, 青黄烟和微带青烟叶单独列组, 与正组烟叶界限分明, 收购价格偏低, 直接影响烟农的收入。

1 烟叶含青率偏高的原因分析

1.1 大田管理不到位, 打顶过早或过深。在烟叶大田期发现存在打顶过早或过深现象, 造成上部烟叶“罩顶”^[4-5], 导致上部烟叶过大过厚, 不易烘烤, 并影响中下部烟叶采光通风, 造成烟叶成熟度不够, 容易生成青烟。

1.2 成熟采取时间把控不好, 采收成熟度不一致。在烤烟生长达到工艺成熟期, 采收的烟叶易烤性和耐烤性最好^[6-7], 烤后烟叶的外观质量、内在质量和工业可用性都最好。但在实际生产中, 烟农很难判断烟叶达到工艺成熟的程度和状态, 而且田间烟叶成熟整齐度不一致, 导致烟叶采青的现象多有发生, 烟农采收的成熟度不够导致出现含青烟叶。

1.3 烘烤调制方法不当, 调制后熟程度不够。实际烘烤操作中操作不当往往导致含青烟叶产生^[8-10], 烟农

流程的新型生产模式, 即可以把整个生产分成2~3个阶段, 分别由不同生产者完成, 尤其是栽培基质制作阶段, 操作规程要求严格, 应有专业的场地、设施设备和专业的技术管理, 笔者认为1+N(一家栽培基质制作企业+多家养菌育菇)双孢菇栽培生产组织模式更适宜河北乃至全国农村双孢菇等草腐食用菌产业发展。其优势在于: 可以培育出栽培基质制作、养菌、育菇等不同的专业技术人员, 从而形成不同工种的职业菇农, 提高生产效率; 可以提高固定资产(机械设备)的利用效率, 因为设备比在单一菇场内更能经常使用; 与分散栽培基质制作相比, 栽培基质集中制作对环境条件更便于控制。缺点是: 大量栽培基质转运可能会导致运输成本增加; 如果不能形成合作团队, 单个生产者对市场的影响有限, 不宜掌握市场主动权。要做到对各环节生产者利益的保护, 就必须制定相应的栽培基质、覆土材料产品标准, 规定其质量与价格范围, 制定相应的地方或行业规范。

基金项目: 河北省现代农业产业技术体系创新专项资金—食用菌

体系双孢菇栽培技术、集成与示范岗位(HBCT2018050203); 河北省科技厅—河北省口蘑栽培技术创新中心建设项目(SG2020050)

参考文献

- [1] 柯斌榕, 兰清秀, 卢政辉, 等. 代用料栽培双孢蘑菇的研究进展[J]. 食药菌, 2021, 29(03): 183~188.
- [2] 魏兴国, 范宏伟. 民乐县食用菌发展现状及对策[J]. 现代农业科技, 2016(11): 132~133.
- [3] 宋明智, 单娇梅, 龙子红, 等. 贵州省食用菌循环经济开发研究[J]. 合作经济与科技, 2021(19): 4~7.
- [4] 郭正霞, 刘丹红. 农作物秸秆基质化栽培食用菌高产技术[J]. 农业工程技术, 2020, 40(35): 70~71.
- [5] 王倩, 肖婷婷, 黄建春, 等. 双孢蘑菇培养料一次发酵——预湿堆置时间对麦秸秆结构及成分的影响[J]. 食用菌学报, 2021, 28(05): 64~70.
- [6] 黄建春. 荷兰双孢蘑菇培养料堆制发酵先进技术[J]. 食药菌, 2015, 23(01): 8~11.
- [7] 郑子乔, 罗星. 食用菌种植过程培养料通风发酵模拟研究[J]. 中国食用菌, 2019, 38(06): 22~25.