



关于双孢菇栽培基质制做的几点见解

忻龙祚

河北北方学院

2021年11月3日

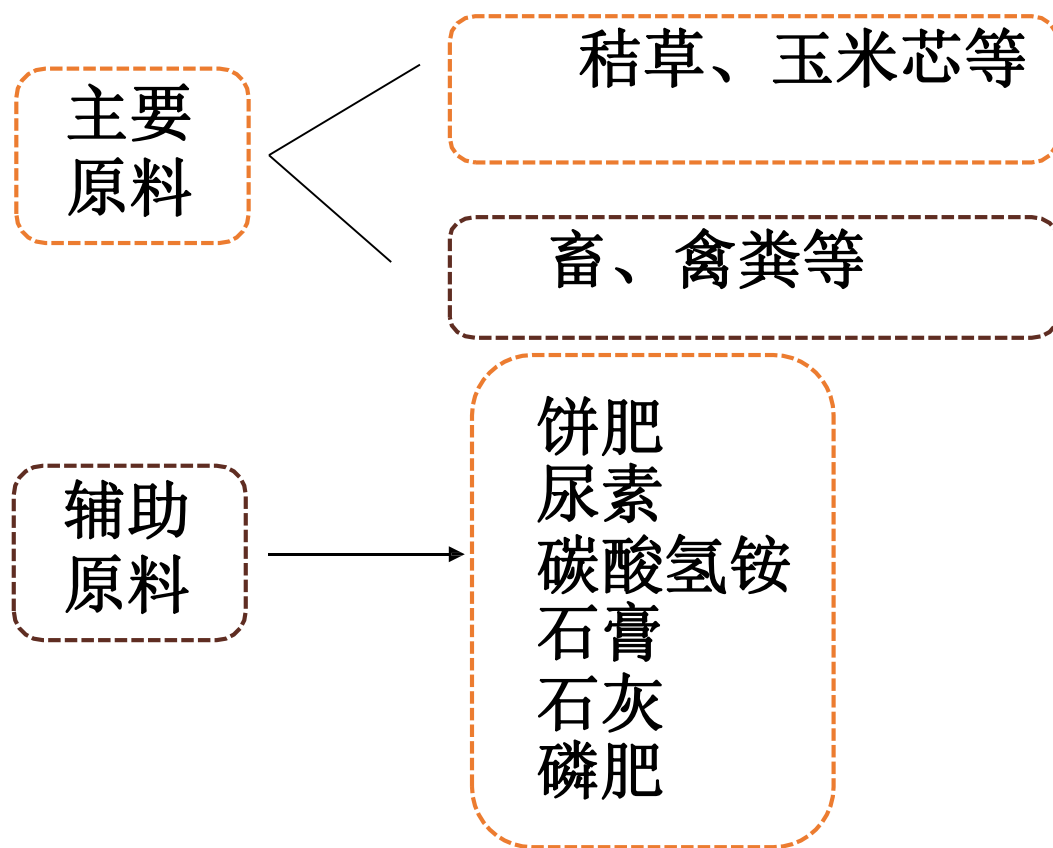




一、栽培基质配方的设计

- 1、**因地制宜**选取可以提供双孢菇可利用的碳、氮来源的**主料**。
- 2、根据原料**碳、氮含量**，设计配方。

1、因地制宜选取可以提供双孢菇可利用的碳、氮来源的**主料**



碳源

WHEAT STRAW 麦秸



玉米芯



小麦秸秆



棉花秸秆



氮源

FRESH POULTRY MANURE

新鲜禽粪



各种畜禽粪便

饼肥

尿素

硫酸铵

新原料的开发与利用。

许多杂草、芦苇等也作为新栽培原料被利用；
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、中药渣等在双孢菇栽培中；

建议：作为配方中碳、氮源物质的**部分**替代，必须
根据其具体的化学成分精准确定用量**上限**，物理结
构来考虑**加工、发酵工艺的改造**。

2、根据原料**碳、氮含量**，设计配方

双孢菇在吸收利用碳和氮营养时，是按一定比例的。

- ✓ 培养料发酵前的**C/N**：（30—35）:1；
- ✓ 双孢蘑菇生长发育的最适**C/N**：17-18:1；
- ✓ 采收结束时培养料的**C/N**：11-15:1。



粪肥（干）比例控制总质量的60%以内；
尿素用量限制不能超主料总质量的0.5%；
钙、磷等其他矿物元素要根据需求添加。

种类	C 含量 /%	N 含量 /%	C/N
木屑	49.18	0.10	491.80
柞落叶	49.00	2.00	24.50
稻草	45.39	0.63	72.05
大麦秆	47.09	0.64	73.58
玉米秆	43.30	1.67	25.93
小麦秆	47.03	0.48	97.98
稻壳	41.64	0.64	65.06
马粪	11.60	0.55	21.09
猪粪	25.00	0.56	44.64
黄牛粪	38.60	1.78	21.69
水牛粪	39.78	1.27	31.32
奶牛粪	31.79	1.33	23.90
羊粪	16.24	0.65	24.98
兔粪	13.70	2.10	6.52
鸡粪	4.10	1.30	3.15
纺织屑 (废棉)	59.00	2.32	25.43
沼气肥	22.00	0.70	31.43
花生饼	49.04	6.32	7.76
大豆饼	47.46	7.00	6.78

二、原料加工



- 玉米芯选择与颗粒化加工
- 秸秆切碎与揉制是非常必要
- 粪肥选择与加工栽培种制作

1、玉米芯选择与颗粒化加工

- 选无霉变**新鲜**玉米芯，颗粒加工需要“**挤、切、揉**”至12mm~60mm颗粒，尽可能减少粉末料。
- 利用**饲料粉碎机破碎**，颗粒较为大小均匀可调，但**粉末多，浸泡费时**；
- 用**简单的机械**把整玉米芯**压扁**裂，颗粒度太大，不利于和粪肥混匀、吸水和后期保水。



适宜的玉米芯颗粒

2、秸秆切碎与揉制是非常必要

- 麦秸切碎至2、4、6、8、10cm段与整秸秆对发酵和双孢菇栽培的结果影响无差异，切段至**4-6cm**较为科学。
- 机械破坏秸秆表面蜡质层，利于吸水发酵和双孢菇菌长入。



适宜的玉米秸加工料

2、秸秆切碎与揉制是非常必要

- 麦秸切碎至2、4、6、8、10cm段与整秸秆对发酵和双孢菇栽培的结果影响无差异，切段至**4-6cm**较为科学。
- 机械破坏秸秆表面蜡质层，利于吸水发酵和双孢菇菌长入。





作物秸秆、玉米芯通用加工机械



适宜的棉花秸秆加工料



秸秆、玉米芯通用加工机械一切功能部位



加工机械—进料挤压功能部位

3、粪肥选择与加工

- **纯度**在85%以上，没有太多的厌氧发酵。
- 根据粪肥的不同性状采取**粉碎**、**糊化**等加工措施，能和玉米芯或其他秸秆混合均匀，或者粘在颗粒表面，**忌讳超过10mm**大粪块出现在混合后料中。



干黄牛粪块



三、原料含水量与搅拌

秸秆类：

要求：秸秆或玉米芯原料的预湿程度是原料发酵的基础条件，要求水分浸透又不能养分流失。

标准：秸秆用手扭可见水挤出，玉米芯颗粒掰开无白心。

提示：如氮素主原料选用的是新鲜**湿粪**，就必须要注意秸秆预湿程度，适当减少含水量。



三、原料含水量与搅拌

粪肥：

- ✓ 干粪肥粉碎后，加**水预湿至手握成团**（40 ~ 50%）即可，

提示：

- ✓ 防止因浇水**太急**或不均匀而酱油色粪水乱流所致养分流失与环境污染；
- ✓ 新鲜粪可以加水搅拌糊化后再与秸秆类原料混合均匀。



三、原料搅拌

搅拌目的：原料成分混均匀，调含水与酸碱度到适宜值且均匀

➤ 石膏粉等用量少的添加物先和粪肥原料混合均匀，后再和秸秆类混合。

➤ 一般情况下调水至用手紧握指间有水寄出**1~2滴水**（65~70%）。

室外堆积（假发酵）开始的含水量高达**70-80%**；

密闭式发酵含水量一般不超**68%**。

➤ **一般pH值8~9为宜**。不同粪肥的酸碱度差异很大，不同制作工艺导致其有机酸产量不同，陈旧的秸秆可能因自然微生物的生活而偏酸。

➤ **生石灰**粉用量需要具体确定，应该是一个批次一个添加比例，不可一概而论。



四、高温好氧发酵

(一) 发酵的目的

- 1、通过微生物活动对原料中大分子物质（纤维素、蛋白等）降解为小分子物质，供双孢菇菌丝利用；
- 2、高温（45~55℃）发酵大量培养嗜热侧孢霉等嗜热微生物，培养料内微生物死后残体可以作为氮原被双孢菇菌丝利用；
- 3、巴氏消毒（60℃8—10小时）杀死和双孢菇菌（适宜温度10~25℃）具有竞争力的嗜冷、温（0~43℃）微生物，使所发酵后物料具有选择性。



四、高温好氧发酵

(二) 发酵过程中的微生物

参与整个发酵过程的微生物有细菌、真菌、放线菌等，根据温度可以分为三大群落：

- 1、 $0 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 为嗜冷微生物，适宜温度 $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$ ；
- 2、 $30 \sim 43^{\circ}\text{C}$ 为嗜温微生物，适宜温度 $20 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ；
- 3、 $45 \sim 90^{\circ}\text{C}$ 为嗜热微生物，适宜温度 $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$ 。

参与发酵**微生物群落**随料内温度变化**更替**，死后的微生物可以成为新生物生物的**氮素营养**来源被利用。



(三) 具体发酵工艺流程

1、原料预湿与第一次堆料

- ✓ 原料的均匀预湿是好的栽培基质制作的基础，预湿有喷淋、浸泡等方式；
- ✓ 室外堆（欧洲也称假发酵或第一次堆料发酵），达到70°C以上高温目的是**利用湿热蒸汽穿透力来实现秸秆的含水量均匀**达到要求；
- ✓ **本人认为：**只要是能实现原料预湿效果就可以，单纯追求**70-80°C**堆料高温没有必要，反而会使大部分微生物被杀死或处于休眠状态，不利于原料降解。



(三) 具体发酵工艺流程

2、巴氏消毒

- ✓ 搅拌均匀的基料，开始主要是**嗜冷、温微生物**活动
- ✓ 到45°C后料内微生物以**嗜热微生物活动**为主，迅速升温达到56~65°C维持8~10小时（巴氏消毒），和双孢菇菌具有**竞争力**的嗜冷、温微生物几乎被杀死。
- ✓ **注意**：如果堆积48小时料温**上升不到45°C**，就需要检查原因：水分过多过少、外界温度太低、通风多等。



(三) 具体发酵工艺流程

3、维持45 ~ 55°C的有效发酵

- ✓ 维持**45 ~ 55°C的有效发酵**是完成基质制作的的主要环节。
- ✓ 温度维持对实现料的选择性至关重要，最大限度激活嗜热微生物，主要是**嗜热侧孢霉、嗜热放线菌、嗜热细菌**等微生物活动，已证明：双孢菇栽培**基质质量与嗜热侧孢霉生物质总量呈正相关**。
- ✓ **氧气含量和温度**是两个关键参数，通风是调控温度的主要方式，风泵（机）的风压高低、风量是两个重要指标，翻料可以促进发酵均匀。



(三) 具体发酵工艺流程

4、发酵时间

- ✓ 高温发酵维持时间长短需要根据不同原料（主要是秸秆等）理化性质来定。
- ✓ 比较科学控制发酵最主要参数（指标）是有**有效发酵积温**，用温度乘以时间（摄氏度.小时 °C.h）为单位具体表述为宜，**比如51°C维持6天（144h）的有效发酵积温为 $51*144=7344^{\circ}\text{C.h}$ 。**
- ✓ 不同原料具体发酵积温需要通过实验来分别确定，腐熟程度应根据原料本身与栽培品种综合考虑。



(三) 具体发酵工艺流程

5、**通风**是维持相对恒温有氧发酵的的主要手段

- ✓ 传统的**室外堆积发酵**，靠料堆打孔提供氧气，翻堆是实现内外发酵均匀与气体交换的主要保证，很难实现发酵料的均质，劳动强度繁重污染也很大。
- ✓ **隧道发酵**，料堆氧气主要是通过隧道底部压力风机提供，需要在不同的隧道间**倒料**实现翻堆和换气而达到发酵料的**均质**。



(三) 具体发酵工艺流程

6、发酵方式与设施

- ✓ 传统**室外一次发酵**除场地外**无固定设施**设备投入。
- ✓ 室外一次+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。隧道间倒料排出的废气没有回收，有环境污染和氨氮流失问题，有的生产布局与工艺流程不符。
- ✓ 尤为突出的是**大额投资**配置的发**酵隧道**与**配套的大型机械**，**相对小规模、分散生产实况**表现出**利用效率低下**，**成本高效益低**是目前双孢菇“**工厂**”的通病。



研发轻简化双孢菇栽培基质制作设备是我国双孢菇产业发展的必须

- ✓ 本团队研发试制的一次成型**发酵车、发酵罐**主要通过底（中）部分布均匀的高压空气来实现料内氧气补给、废气排除，通过高压空气的循环实现热量的分布均匀。



双孢菇栽培基质一次成型发酵车



双孢菇栽培基质一次成型发酵车——控制系统界面



发酵车发酵**14**天的发酵料效果

2016年发酵车发酵试验效果





自动化进出料滚筒式发酵罐



(四) 发酵料质量判断标准

- 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20mm粪块或50mm以上团块；
- 5、酸碱度pH7 ~ 8；
- 6、含水量适宜。手握指间有水挤出1 ~ 2滴，实验室检测65 ~ 68%；
- 7、C/N在17 ~ 20，N含量在1.4 ~ 2.0%；
- 8、发酵结束后料体积是发酵前的60 ~ 70%。



五、关于补氮辅料添加

- 1、**尿素**等有机氮肥添加必须要控制量，**不要超过0.5%**，如果发酵过程中氨气不能再利用，最好不加。
- 2、添加**豆粕**等植物性补氮辅料必须要经过**处理**，不能直接添加，避免在早期就惹来杂菌导致很多霉变等麻烦。资料显示，荷兰用0.3 ~ 0.6%福尔马林水浸泡处理，在播种或覆土时添加可以增产10 ~ 22%。
- 3、在产量没有超过15公斤之前，建议没必要添加。



六、正确认识发酵过程中的氨气

- 1、**氨气**在发酵过程中起着**促进秸秆降解**的特殊作用，初期需要一定氮来达到最佳发酵效果。
- 2、氨气在发酵过程中如不散失可以**被转化利用**。
- 3、氨气**对双孢菇菌丝伤害很大**，发好的料必须排除氨气（5ppm以下）至人鼻子闻不出来。



七、竞争性杂菌控制

从栽培基质制作角度讲：

- 1、发酵过程**料温控制**是杀死竞争性杂菌的主要手段。
- 2、为控制环境中竞争杂菌再次侵入，降温出料至播种双孢菇菌过程必须要快，**空间、器具以及操作人员消毒**是非常必要。
- 3、如果不能及时播种养菌，发酵好的料**储藏条件**必须要考虑无菌程度和温度等条件。

注意：生产中采取**表层料接入**大量双孢菇菌种旨在让该菌优先占领料面而获得绝对竞争优势。



八、生产组织

在欧洲没有一家可以独立完成整个双孢菇栽培过程，栽培料制作和育菇最少是两家合作，而且距离在10公里以上。

在河北省双孢菇产业要有所突破，各个生产阶段要严格分工协作，**栽培基质、覆土等材料的制作和栽培（养菌育菇）**应由不同的生产者负责，或者不能在同一场所进行。

栽培基质制作阶段，操作规程要求严格，应有专业的场地、设施与设备，需要专业的技术管理。

优点:

- ✓ 培育专业的**栽培基质制作、养菌、育菇**等不同的专业技术人员;
- ✓ **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;
- ✓ 专业人员管理栽培**失败的几率小**;
- ✓ 与分散栽培基质制作相比，对**环境污染便于控制**。
- ✓ **竞争性杂菌容易控制**——附近栽培基质是竞争性杂菌的温床（源）。

缺点:

- 大量栽培基质转运可能会导致**运输成本增加**;
- 如果**形不成合作团队**，单个生产者对市场的影响有限，**不宜掌握市场主动权**。



谢谢!

