

蘑菇培养料发酵 C/N 计算与配方设计

浦学文 (江苏联合职业技术学院淮安生物工程分院, 江苏淮安 223200)

摘要 优质的培养料来自于高质量的堆制发酵原料和正确的堆制发酵方法。其中最重要的是堆制发酵材料中需要有适合于发酵微生物生长繁殖的科学合理的碳氮比(C/N)。发酵材料中碳元素和氮元素的相对比值和种类关系到发酵过程中的微生物区系及其繁殖和活动强度,而这些微生物的繁殖活动直接影响培养料发酵的速度、堆温的高低及材料的分解状况。培养料配制时碳源和氮源及其成分的配合比例合理,发酵进程就快。料堆发酵时,温度高,材料分解也好。发酵结束时就能得到腐熟适度的优质培养料。所以在拟定培养料配方及配制培养料时,对培养料中的C/N进行科学分析计算十分必要。科学的C/N计算与调节对培养料配方的制定有着重要的指导作用。

关键词 蘑菇; 培养料配方设计; C/N 计算

中图分类号 S188 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)15-06948-02

1 蘑菇培养料配方设计的依据及公式

1.1 配方设计依据和原理

1.1.1 稻、麦草碳素与氮素含量。稻、麦草是栽培蘑菇的主要碳源材料,根据分析资料得知,一般稻草含碳量为43.0%,含氮量仅0.63%,C/N=68:1;麦草含碳量约为47.3%,含氮量0.48%,C/N=98:1,具有丰富的碳素营养来源。

1.1.2 蘑菇菌丝体生长适宜碳氮比。适合蘑菇菌丝生长的培养料C/N为(17~18):1。蘑菇菌丝体不能直接吸收利用稻草、麦草中的碳源,因为碳氮比太高,但却能利用半腐熟状态的稻、麦草中碳素营养,因此高C/N的稻、麦草原料必须经过生物发酵作用调整。

1.1.3 发酵微生物生长繁殖适宜的C/N。当C/N在(30~33):1时发酵微生物能充分生长繁殖,使稻、麦草等材料得以充分腐熟,发酵结束时的稻、麦草等材料C/N为(17~18):1,则与蘑菇菌丝体生长C/N要求吻合。

1.2 发酵C/N含义及公式 (30~33):1的微生物发酵C/N,是指发酵微生物在同化材料中碳源总量30%左右时,还需要同化碳素同化量的10%的氮素^[1]。用公式表示:

$$1[C] \times 30\% \times 10\% [N] = 1[C] / 3\% [N] = 100[C] / 3 [N] = 33[C] / 1 [N] = 33 [C] : 1 [N] = 33 : 1$$

式中,[C]表示发酵材料的含碳总量;[N]表示发酵材料需要补充的纯N量。

公式解读: 式中33:1的C/N为发酵微生物要求的理论C/N。仅说明微生物在同化碳源量33份左右时还要同化1份氮素。根据同化碳源总量30%左右的范围,发酵微生物33:1的C/N要求是相对的概念,发酵C/N范围应扩大至(30~35):1,通常习惯应用(30~33):1。根据33:1发酵C/N公式,微生物同化碳源总量30%左右时的氮素同化量用 $1 \times 30\% \times 10\%$ 表示,计算结果即为同化碳源总量30%左右时需要同化氮元素的总量。根据公式可以理解为微生物在同化1份碳源的同时还需要有约为碳源同化量3%的氮素参与同化。同理,同化100份碳源时需要3份氮素被同化。

在C/N计算与配方设计时公式最具有应用价值的部分就是 $1 \times 30\% \times 10\%$ 。

2 发酵C/N的计算

发酵C/N的计算实际上是在了解材料中的碳素总量及碳素同化量的基础上计算耗氮总量和氮素补充量。

2.1 合成培养料发酵C/N的计算^[2-3] 以100 kg麦草为例,计算(30~33):1发酵微生物C/N的需氮素总量及补充量。已知麦草的含碳量为47.3%、含氮量为0.48%,即100 kg麦草中的碳素总量为 $100 \times 47.3\% = 47.3 \text{ kg}$,氮素含量为 $100 \times 0.48\% = 0.48 \text{ kg}$ 。

2.1.1 耗氮总量计算。耗氮总量 $= 1 \times 30\% \times 10\% = 47.3 \text{ kg} \times 30\% \times 10\% = 1.42 \text{ kg}$,表明100 kg麦草发酵成腐熟培养料需氮素总量为1.42 kg,即(30~33):1的发酵C/N,氮素应占发酵材料干重的最低理论限量为1.42%。

2.1.2 氮素差数计算。补充氮素量 $=$ 耗氮总量 $-$ 材料中含氮量 $= 1.42 \text{ kg} - 0.48 \text{ kg} = 0.94 \text{ kg}$ 。即100 kg麦草配制(30~33):1的微生物发酵C/N需外源添加纯氮量0.94 kg。

2.1.3 氮源材料添加量计算。氮源材料补充量 $=$ 补充氮素量 \div 氮源材料的含氮百分数。例如以尿素补充: $0.94 \text{ kg} \div 46\% = 0.94 \times 100 \div 46 = 2.04 \text{ kg}$;以豆饼补充: $0.94 \text{ kg} \div 7\% = 0.94 \times 100 \div 7 = 13.43 \text{ kg}$;以菜籽饼补充: $0.94 \text{ kg} \div 4.6\% = 0.94 \times 100 \div 4.6 = 20.43 \text{ kg}$;以麸皮补充: $0.94 \text{ kg} \div 3.3\% = 0.94 \times 100 \div 3.3 = 28.48 \text{ kg}$ 。

2.2 粪草培养料C/N计算^[2-3] 假设总量为1 t培养料,粪和草的比例是6:4(牛粪600 kg,稻草400 kg),计算碳氮比及辅助氮源添加量。

2.2.1 稻草的含碳、氮量与C/N计算。查表得知稻草的含碳量为43%,含氮量为0.63%,经计算400 kg稻草中的含碳总量为 $400 \text{ kg} \times 43\% = 172.0 \text{ kg}$,含氮总量为 $400 \text{ kg} \times 0.63\% = 2.52 \text{ kg}$,C/N $= 172.0 / 2.52 = 68 : 1$ 。

2.2.2 牛粪的含碳、氮量与C/N计算。假设材料中的牛粪为水牛粪,查表得知水牛粪含碳量为39.78%,含氮量为1.27%,经计算600 kg牛粪含碳量为 $600 \text{ kg} \times 39.78\% = 238.68 \text{ kg}$,含氮量为 $600 \text{ kg} \times 1.27\% = 7.62 \text{ kg}$,C/N $= 238.68 / 7.62 = 31.32 : 1$ 。

2.2.3 稻草、牛粪的碳、氮总量与C/N计算。碳总量 $= 172.0 + 238.68 = 410.68 \text{ kg}$,氮总量 $= 2.52 + 7.62 = 10.14 \text{ kg}$,C/N $= 410.68 / 10.14 = 40.50 : 1$ 。

2.2.4 发酵微生物同化材料中的碳素总量30%左右所需要的氮素量为: $410.68 \times 30\% \times 10\% = 12.32 \text{ kg}$ 。

基金项目 江苏省淮安市科技项目(SN0859)。

作者简介 浦学文(1953-),男,江苏楚州人,农艺师,从事食用菌和微生物培养研究。

收稿日期 2009-02-16

2.2.5 补充氮素量及补充氮源量计算。补充氮素量 = $12.32 - 10.14 = 2.18$ kg; 氮源材料补充量: 若以尿素补充 $2.18 \text{ kg} \div 46\% = 2.18 \times 100 \div 46 = 4.74$ kg, 若以菜籽饼补充则 $2.18 \text{ kg} \div 4.6\% = 2.18 \times 100 \div 4.6 = 47.40$ kg。

3 蘑菇培养料基本配方设计

3.1 基本配方设计的原则 以(30~33) 1 微生物发酵C/N中需要的氮素总量和补充氮素量为依据, 确定配方中氮素用量。配方中不允许使用单一的氮源材料。发酵作用是由多种微生物完成的, 是多种微生物共同作用的结果, 这些微生物对氮源的要求是有差异的, 在补充氮源时要注意多种氮源的使用, 特别是注意有机氮源的使用。N源材料的应用要注意使用当地价格低廉的材料, 特别是农业可再生资源的充分利用。化学肥料(氮肥)使用, 特别是尿素, 使用量应控制在1%以下。

3.2 基本配方设计

3.2.1 以100 kg 麦草培养料为例设计蘑菇培养料的基本配方。假设配方中各种氮素材料用量分别为: 麸皮3%、菜籽饼3%、豆饼3%、尿素1%。已知100 kg 麦草培养料配制(30~33) 1 的微生物发酵C/N补充氮素量为0.94 kg。已知4种氮源材料的含氮量分别为3.3%、0.46%、7%和46%。用上述4种材料作为氮源补充其总氮量为: $(3 \times 0.033) + (3 \times 0.046) + (3 \times 0.07) + 0.46 = 0.907$ kg。其氮素量不足0.94 kg, 说明氮源材料用量需作调整。

3.2.2 氮源材料用量调整。以增加饼肥用量或其他有机氮源的用量, 减少或控制化学氮源使用量为原则。配方设计中可以调整麸皮用量, 或调整菜籽饼用量, 也可调整豆饼用量, 尿素用量不变或适量减少。该例调整以只增加麸皮用量其他成分不变来计算, 麸皮用量改变为4%~5%。

当麸皮用量为5%时: $5 \times 0.033 = 0.165$ (kg), $0.165 + 0.138 + 0.21 + 0.46 = 0.973$ (kg)。

当麸皮用量为4%时: $4 \times 0.033 = 0.132$ (kg), $0.132 +$

$0.138 + 0.21 + 0.46 = 0.94$ (kg)。

可见, 调整后的麸皮用量使含氮总量分别达到0.973和0.94 kg, 与0.94 kg接近, 可以采用。

3.2.3 配方中其他辅助材料的常规用量。过磷酸钙1%~2%、石膏1%~2%、石灰1%~2%、碳酸钙2%。

3.2.4 基本配方的确定。麦草100 kg、麸皮4%~5%、菜籽饼3%、豆饼3%、尿素1%、过磷酸钙1%~2%、石膏粉1%~2%、石灰1%~2%、碳酸钙2%。

3.3 生产配方确定 生产配方实际上是基本配方中各种成分用量与生产配方中各种成分用量的倍数关系计算。

1 000 kg 配方以100 kg 材料配方中各种成分用量 $\times 10$; 2 000 kg 配方以100 kg 材料配方中各种成分用量 $\times 20$; 更多的培养料配方则依此类推。

4 配方设计中C/N计算的说明

(1) 上述所举例子计算纯属理论数值, 在生产实践中氮素的实际添加量要比理论数值大。原因在于: 生产中所需草、粪肥数量很多, 收购的材料种类、质量千差万别。有许多因素还会直接影响到材料中元素的含量, 如材料的含水量、杂质等, 曝晒过程中是否曾被雨水淋洗过, 贮藏条件等都会造成材料中氮素成分的损失。适当增加氮肥使用量才能弥补因各种因素影响损失的氮素量。

(2) 在实际应用中, 理论计算数值仅作为配方设计使用的参考依据。培养料配方中氮素添加的最低限量不应低于理论数值, 可略高于理论数值, 但切不可盲目添加。

(3) 配方中各种材料成分含量计算最好以当地材料的化学分析数据为依据。

参考文献

- [1] 聂原, 秦俊哲. 食用菌栽培学[M]. 陕西省中等农业学校试用教材, 1997.
- [2] 黄毅. 食用菌栽培[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992.
- [3] 黄年来. 自修食用菌学[M]. 南京: 南京大学出版社, 1986.
- [4] L. :1 identification of genomic regions from winter germplasm[J]. *Theor Appl Genet*, 2006, 113:549- 561.
- [5] UDALL J A, QUIJADA P A, LAMBERT B, et al. Quantitative trait analysis of seed yield and other complex traits in hybrid spring rapeseed (*Brassica napus* L.) :2. identification of alleles from unadapted germplasm[J]. *Theor Appl Genet*, 2006, 113:597- 609.
- [6] 张书芬, 傅廷栋, 朱家成, 等. 甘蓝型油菜产量及其构成因素的QIL定位与分析[J]. *作物学报*, 2006, 32(8):1135- 1142.
- [7] 易斌, 陈伟, 马朝芝, 等. 甘蓝型油菜产量及相关性状的QIL分析[J]. *作物学报*, 2006(5):676- 682.
- [8] LI Y, SHEN J, WANG T, et al. QIL analysis of yield-related traits and their association with functional markers in *Brassica napus* L. [J]. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2007, 58:759- 766.
- [9] CHEN W, ZHANG Y, LIU X, et al. Detection of QIL for six yield-related traits in oilseed rape (*Brassica napus*) using DH and immortalized F₂ populations [J]. *Theor Appl Genet*, 2007, 115:849- 858.

(上接第6934页)

- [26] FERREIRA ME, SAIAGOPAN J, YANDELL BS, et al. Mapping loci controlling vernalization requirement and flowering time in *Brassica napus* [J]. *Theor Appl Genet*, 1995, 90:727- 732.
- [27] OSBORN T C, KOLE C, PARKINI A, et al. Comparison of flowering time gene in *Brassica rapa*, *B. napus* and *Arabidopsis thaliana* [J]. *Genetics*, 1997, 146:1123- 1129.
- [28] LONG Y, SH J, QUD, et al. Flowering time quantitative trait loci analysis of oilseed brassica in multiple environments and genome-wide alignment with *Arabidopsis* [J]. *Genetics*, 2007, 177:2433- 2444.
- [29] QUIJADA P A, MAURERAI J, OSBORN T C. Confirmation of QILs controlling seed yield in spring canola (*Brassica napus*) hybrids [J]. *Mol Breed*, 2004, 13:193- 200.
- [30] QUIJADA P A, UDALL J A, LAMBERT B, et al. Quantitative trait analysis of seed yield and other complex traits in hybrid spring rapeseed (*Brassica napus*