DOI:10.11937/bfyy.201709027

# 刺芹侧耳栽培过程中游离氨基酸含量的变化

李巧珍,尚晓冬,宋春艳,李正鹏,李　燕,鲍大鹏

(上海市农业科学院 食用菌研究所,农业部南方食用菌资源利用重点实验室,国家食用菌工程技术研究中心,国家食用菌加工技术研发分中心,上海市农业遗传育种重点开放实验室,上海 201403)

**摘　要**:以刺芹侧耳不同生长发育期的基质菌丝体和子实体为试材,采用氨基酸自动分析仪对刺芹侧耳栽培过程中基质菌丝体和子实体的游离氨基酸含量的动态变化进行了研究,以期掌握刺芹侧耳整个栽培周期中基质菌丝体和子实体中氨基酸含量的变化动态,为进一步探索刺芹侧耳栽培过程中菌丝吸收利用氮后合成的有机氮载体以及转运和传递方式奠定基础。结果表明:基质菌丝体中总游离氨基酸含量在发菌阶段显著上升,在后熟阶段及搔菌处理时期,总游离氨基酸含量变化不显著;子实体生长阶段,基质菌丝体中总游离氨基酸含量逐渐下降。基质菌丝体中含量最丰富的氨基酸为精氨酸(Arg),现原基时含量达到最高值为 7 082.30 $\mu g \cdot g^{-1}$(占比65.86%),从现原基到子实体成熟过程中基质菌丝体中 Arg 含量逐渐下降,最终为 1 741.31 $\mu g \cdot g^{-1}$(占比 40.67%)。由此推测 Arg 在刺芹侧耳生长过程中的氮素营养转运中起到重要作用。

**关键词**:刺芹侧耳;基质菌丝体;子实体;游离氨基酸

**中图分类号**:S 646.1+41　**文献标识码**:A　**文章编号**:1001－0009(2017)09－0125－05

刺芹侧耳(*Pleurotus eryngii* Quel)在我国是一种普遍栽培的食用菌,其口感脆嫩细化,质地洁白,风味独特,有“平菇王”之美誉,也被称为“草原上的牛肝菌”[1]。食用菌生长发育所需要的营养物质有碳源、氮源、无机盐、维生素四大类,其中碳、氮营养是最重要的营养需求。目前对食用菌碳氮营养生理的研究主要集中在食用菌栽培中碳氮源的选择、碳氮比及百分氮含量对菌丝体及子实体生长发育的影响上[2-4],而在碳、氮素营养的吸收、传递、转运机制及分子基础等方面尚鲜见研究。已有研究表明,丛枝菌根(AM)真菌吸收的氮素大部分储存于精氨酸

**第一作者简介**:李巧珍(1986-),女,硕士,助理研究员,研究方向为食用菌栽培育种。E-mail:liqiaozhen-345@163.com.

**责任作者**:鲍大鹏(1969-),男,博士,研究员,研究方向为食用菌遗传。E-mail:1610301025@qq.com.

**基金项目**:上海市科技兴农重点攻关资助项目(沪农科攻字2015 第 6-2-1)。

**收稿日期**:2017－02－07

optimization. Then by the Fenton system and the pyrogallol autoxidation system, the scavenging rate of fermentation substance of fresh JUNCAO and *Ganoderma lucidum* to polysaccharide hydroxyl radical and superoxide radical were studied. The results showed that the primary and secondary factors affecting the extraction yield of polysaccharides were extraction temperature>solid liquid ratio>extraction times>extraction time. The optimum extraction conditions were the solid liquid ratio of 1∶30 g·$mL^{-1}$, temperature 100 ℃, extraction time 3 hours, 4 times of extraction, and under the best combination the extraction of polysaccharide, the yield was 4.88%. Fermentation substance polysaccharide had obvious scavenging effect on hydroxyl radical and superoxide anion radical, and with the increase of the polysaccharide density, the clearance ability enhanced. It showed that the density of the fermentation substance polysaccharide had an evident does-effect relationship with the clearance ability of hydroxyl radical and superoxide anion radical. According to the relevant equations, fermentation substance polysaccharide $EC_{50}$ was 0.461 mg·$mL^{-1}$, and fermentation substance polysaccharide $EC_{50}$ was 0.864 mg·$mL^{-1}$.

**Keywords**: JUNCAO; *Ganoderma lucidum* mycelium; polysaccharide; extraction process; scavenging rate

中,该氨基酸是 AM 真菌吸收利用氮后合成的有机氮载体[5-7]。通常情况下,在 AM 真菌中精氨酸通过精氨酸酶水解为尿素和鸟氨酸,鸟氨酸由鸟氨酸氨基转移酶和鸟氨酸脱羧酶转化为谷氨酸[8-10]。食用菌在子实体形成过程中是否具有相似的氮素营养转运系统,目前还没有相关的研究报道。

该试验研究了刺芹侧耳整个栽培周期中基质菌丝体混合物中氨基酸含量以及子实体中氨基酸含量的变化动态,旨在探索刺芹侧耳栽培过程中菌丝吸收利用氮后合成的有机氮载体以及转运和传递方式,以期为进一步研究刺芹侧耳栽培过程中氮素营养代谢规律奠定基础。

## 1　材料与方法

### 1.1　试验材料

供试菌种"国森一号"由上海市农业科学院食用菌研究所菌种保藏中心提供。

培养料配方:木屑 45%,玉米芯 20%,麸皮 15%,米糠 15%,玉米粉 5%,含水量 65%～67%。栽培瓶为 1 100 mL 塑料瓶,装瓶量为 750 g。

仪器与设备:L-8900 氨基酸自动分析仪,DJ-10A 型粉碎机。

### 1.2　试验方法

1.2.1　子实体栽培　子实体栽培方式为瓶栽。按照上述培养料配方配制培养料,搅拌均匀后,用装瓶机装入 1 100 mL 栽培瓶中,每瓶 750 g,共 2 000 瓶,将栽培瓶置入 121 ℃灭菌锅内灭菌 2 h,冷却至 25 ℃以下接种。接种后的栽培瓶转入培养室,培养温度 20～23 ℃,空气相对湿度 75%,$CO_2$ 浓度 2 000～3 000 mg·kg$^{-1}$下发菌,待菌丝发满整个栽培瓶 5 d 后进行搔菌出菇。搔菌后的栽培瓶置于温度 16 ℃、空气相对湿度 85%～97%、$CO_2$ 浓度 1 000～1 500 mg·kg$^{-1}$的 15 m$^2$ 栽培房内倒扣 8 d,之后翻转栽培瓶。

1.2.2　样品收集　分别于灭菌后、菌丝生长满瓶、搔菌前 10 d、现原基、小子实体、大子实体、成熟子实体、开伞子实体等 8 个时间点,后 4 个取样点的子实体形态特征见表 1,对 8 个取样点的基质菌丝体及后 4 个取样点的子实体进行取样,所采样品放入 45 ℃烘箱中烘至恒重,粉碎后过 20 目的筛子,备用。

### 1.3　项目测定

准确称取 1 g 待测样品于水解管中,加入 30 mL 0.1 mol·L$^{-1}$的盐酸,40 ℃超声 35 min,取 1 mL 溶液于 5 000 r·min$^{-1}$离心机离心 5 min,取上清 500 μL,加入 500 μL 三氯乙酸于－20 ℃放置 20 min,12 000 r·min$^{-1}$离心 30 min,取上清 800 μL,加入 10 mol·L$^{-1}$氢氧化钠调节至 pH 2 左右,过 0.45 μm 滤膜,通过 L-8900 氨基酸自动分析仪进行氨基酸含量测定。每份样品重复检测 3 次。

**表 1　后 4 个时期的子实体形态特征**

Table 1　Morphological characteristics of fruiting body at the latter four periods

| 时期 Stage | 柄长 Length of stipe /cm | 柄径 Diameter of stipe /cm | 盖径 Diameter of pileus /cm |
|---|---|---|---|
| 小子实体 Small fruiting | 5.09±0.13 | 2.03±0.07 | 1.36±0.13 |
| 大子实体 Big fruiting | 10.49±0.93 | 4.05±0.17 | 3.90±0.32 |
| 成熟子实体 Mature fruiting | 14.55±0.65 | 4.50±0.20 | 5.78±0.14 |
| 开伞子实体 Opening umbrella fruiting | 14.73±0.58 | 4.64±0.12 | 6.87±0.19 |

### 1.4　数据分析

采用 Excel 2003 软件和 SPSS 13.0 软件对试验数据进行统计学分析。

## 2　结果与分析

### 2.1　刺芹侧耳整个栽培周期基质菌丝体中氨基酸含量的动态变化

由表 2 可知,在刺芹侧耳整个栽培周期内,基质菌丝体中总游离氨基酸含量在发菌阶段显著上升;在搔菌前的后熟阶段及搔菌处理时期,总游离氨基酸含量变化不显著;子实体生长阶段,总游离氨基酸含量逐渐下降。从各个游离氨基酸的含量分布上可以发现 Glu(谷氨酸)、Gln(谷氨酰胺)、Orn(鸟氨酸)、Arg(精氨酸)含量丰富。其中 Arg 含量最为丰富,在菌丝生长阶段,其含量在 4 164.81～5 573.92 μg·g$^{-1}$,占基质菌丝体中总游离氨基酸含量的 50%以上,现原基时含量达最高值7 082.30 μg·g$^{-1}$,占总含量的 65.86%。之后随着子实体的发育,基质菌丝体中 Arg 含量逐渐下降,子实体开伞后其含量最低,为 1 741.31 μg·g$^{-1}$,占总氨基酸含量的 40.67%。Glu 和 Gln 在发菌阶段含量逐渐上升,在菌丝后熟期达到了最大值分别为 1 067.70 μg·g$^{-1}$和 1 512.21 μg·g$^{-1}$,占总氨基酸含量的 9.73%和 13.78%,现原基时含量显著下降,分别降为 628.27 μg·g$^{-1}$和 575.68 μg·g$^{-1}$,占比为 5.85%和 5.35%。Orn 在菌丝生长阶段,其含量在 85.63～119.15 μg·g$^{-1}$,且变化不显著。现原基后其含量显著上升直至大子实体期,达到最大值 1 088.70 μg·g$^{-1}$,占总氨基酸含量的 13.88%。

**表 2　刺芹侧耳整个栽培周期基质菌丝体中氨基酸含量**

Table 2　Content of amino acids in the substrate mycelium in the whole cultivation cycle of *Pleurotus eryngii*　μg·g$^{-1}$

| 氨基酸 Amino acids | 灭菌后 After sterilization | 菌丝生长满瓶 Mycelia grow to full bottle | 搔菌前 10 d 10 days before scratching | 现原基 Appear primordium | 小子实体 Small fruiting | 大子实体 Big fruiting | 成熟子实体 Mature fruiting | 开伞子实体 Opening umbrella fruiting |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 天冬氨酸 Asp | 287.77±1.28c | 329.66±1.84ab | 373.84±15.65a | 299.67±5.84bc | 121.26±5.41de | 75.34±12.31de | 80.82±0.5e | 143.40±8.07d |
| 谷氨酸 Glu | 168.77±5.62f | 924.89±4.26b | 1 067.70±32.46a | 628.27±3.29c | 617.28±33.24c | 579.91±32.47d | 366.31±28.50e | 589.46±22.34cd |
| 天冬酰胺 AspNH2 | 123.37±7.62c | 160.46±12.09b | 223.69±11.05a | 140.11±4.57b | 54.11±10.27d | 52.81±3.06d | 58.57±3.67d | 64.50±11.17d |
| 谷氨酰胺 GluNH2 | 0.00±0.00f | 932.01±24.74b | 1 512.21±23.82a | 575.68±14.72c | 386.64±14.31e | 391.19±25.70e | 532.70±10.10d | 596.29±24.24c |
| 苏氨酸 Thr | 31.49±1.41f | 120.83±5.04b | 154.26±1.77a | 102.85±13.61d | 107.34±12.94bc | 119.98±4.87b | 144.83±14.32a | 75.64±3.07e |
| 丝氨酸 Ser | 50.32±1.55f | 390.77±10.13b | 511.26±16.78a | 294.04±1.48c | 133.36±14.62e | 147.97±3.51de | 152.03±0.97d | 136.03±8.66e |
| 缬氨酸 Val | 66.35±3.43e | 146.90±3.38b | 169.95±5.18a | 93.21±6.89d | 124.10±5.33c | 128.29±0.43c | 154.50±8.60b | 59.02±0.47e |
| 异亮氨酸 Ile | 42.14±5.03d | 76.18±3.35bc | 79.65±1.92b | 72.50±3.63c | 80.51±4.10b | 80.09±3.25b | 102.47±3.27a | 28.70±4.55e |
| 亮氨酸 Leu | 42.10±2.72e | 119.84±7.33c | 131.36±2.66b | 109.98±10.31d | 121.35±6.33c | 125.23±1.89bc | 153.86±0.82a | 38.87±6.52e |
| 酪氨酸 Tyr | 29.50±3.75c | 0.00±0.00e | 0.00±0.00e | 10.02±9.06d | 26.61±7.26c | 37.58±2.23b | 70.91±4.32a | 33.57±6.23bc |
| 苯丙氨酸 Phe | 0.00±0.00f | 114.70±7.91b | 149.10±2.94a | 117.74±9.45b | 100.59±2.71c | 90.82±10.28d | 116.43±3.32b | 48.54±1.61e |
| 甘氨酸 Gly | 41.48±6.09d | 99.97±1.96b | 130.74±4.53a | 101.64±0.26b | 70.93±6.45c | 74.74±3.16c | 76.83±3.03c | 44.62±1.52d |
| 丙氨酸 Ala | 150.45±9.43e | 300.12±5.04a | 276.86±2.63b | 211.51±2.42d | 260.09±15.32c | 285.58±1.92ab | 286.93±14.35ab | 101.37±8.67f |
| 鸟氨酸 Orn | 0.00±0.00g | 85.63±4.06f | 119.15±1.47f | 201.42±6.14e | 725.82±4.24c | 1 088.70±7.53a | 837.85±7.04b | 369.04±4.70d |
| 赖氨酸 Lys | 19.03±1.20f | 193.74±3.08b | 278.10±5.49a | 272.24±3.15a | 156.56±6.71c | 139.03±8.28d | 132.74±2.29d | 66.26±5.15e |
| 组氨酸 His | 0.00±0.00f | 39.81±3.50cd | 65.21±6.79b | 83.16±0.21a | 44.60±3.63c | 39.18±0.39cd | 38.07±5.69d | 24.78±2.79e |
| 脯氨酸 Pro | 0.00±0.00c | 0.00±0.00c | 0.00±0.00c | 0.00±0.00c | 55.66±2.46a | 55.23±3.57a | 50.28±8.07b | 0.00±0.00c |
| 半胱氨酸 Cys | 0.00±0.00f | 18.92±1.26e | 19.00±1.99e | 27.25±4.39d | 76.74±0.15a | 68.20±0.52b | 60.11±4.68c | 16.00±1.72e |
| γ-氨基丁酸 g-ABA | 49.03±2.32f | 65.22±1.52e | 87.47±9.76d | 203.66±2.41a | 137.35±1.83c | 166.32±4.77b | 94.43±1.27d | 20.94±3.33g |
| 精氨酸 Arg | 47.54±4.02g | 4 164.81±10.81c | 5 573.92±6.14b | 7 082.30±22.74a | 4 219.05±24.22c | 3 866.14±25.34d | 2 563.58±25.51e | 1 741.31±23.58f |
| 总氨基酸 Total | 1 155.80±8.57f | 8 321.32±22.14b | 10 971.25±13.58a | 10 754.28±5.08a | 7 656.72±6.89c | 7 843.84±8.46c | 6 047.91±6.22d | 4 281.57±4.24e |

注：表中数据为平均值±标准差；不同的小写英文字母表示 $P<0.05$ 水平的差异显著性。下同。

Note: Values shown are mean±SD; different lowercase letters indicate significant difference at $P<0.05$. The same below.

2.2　刺芹侧耳整个栽培周期子实体中氨基酸含量的动态变化

由表3可知,子实体生长阶段,除了Orn和Arg含量呈上升的趋势外,其余氨基酸含量均呈下降的趋势。子实体中含量较高的游离氨基酸有Glu、Gln、Ala、Arg和Orn,且Glu含量最高。从小子实体到子实体成熟过程中,Glu含量从8 541.00 μg·g$^{-1}$(占总游离氨基酸的25.85%)下降到5 363.10 μg·g$^{-1}$(占总游离氨基酸的19.52%);Gln含量维持在2 121.78～2 542.56 μg·g$^{-1}$;Arg和Orn表现为上升趋势,浓度变化分别为1 745.25 μg·g$^{-1}$(占比5.28%)到4 507.99 μg·g$^{-1}$(占比16.40%)和1 035.24 μg·g$^{-1}$(占比3.13%)到1 749.30 μg·g$^{-1}$(占比6.37%)。

**表3　刺芹侧耳整个栽培周期子实体中氨基酸含量**

Table 3　Content of amino acids in the fruiting body in the whole cultivation cycle of *Pleurotus eryngi*　μg·g$^{-1}$

| 氨基酸 Amino acids | 小子实体 Small fruiting | 大子实体 Big fruiting | 成熟子实体 Mature fruiting | 开伞子实体 Opening umbrella fruiting |
|---|---|---|---|---|
| 天冬氨酸 Asp | 1 987.33±7.55a | 1 703.17±5.79b | 1 579.28±6.87b | 1 729.89±11.71b |
| 谷氨酸 Glu | 8 541.00±13.72a | 6 714.92±9.75b | 5 685.91±12.09c | 5 363.10±12.41d |
| 天冬酰胺 AspNH2 | 688.71±10.33a | 681.17±2.31a | 505.83±7.31c | 602.37±2.95b |
| 谷氨酰胺 GluNH2 | 2 542.56±13.24a | 2 512.70±7.11a | 2 121.78±14.56b | 2 162.38±10.79b |
| 苏氨酸 Thr | 1 248.71±9.21a | 1 268.13±9.46a | 881.90±9.91c | 1 034.41±12.53b |
| 丝氨酸 Ser | 1 576.92±5.38a | 1 551.18±11.25a | 1 189.01±8.51b | 1 146.51±5.25b |
| 缬氨酸 Val | 1 275.51±5.28a | 1 309.17±14.04a | 864.33±4.72b | 807.77±7.72c |
| 异亮氨酸 Ile | 1 119.08±8.75a | 1 004.60±9.84b | 636.48±4.52c | 521.10±7.61d |
| 亮氨酸 Leu | 1 432.40±4.66a | 1 441.42±6.02a | 946.09±6.34b | 774.56±1.51c |
| 酪氨酸 Tyr | 1 370.13±14.35a | 1 317.98±6.66b | 857.69±8.40c | 1 253.05±16.16d |
| 苯丙氨酸 Phe | 1 248.07±4.69a | 1 225.37±3.87a | 816.28±3.70b | 1 078.17±4.73c |
| 甘氨酸 Gly | 673.92±3.94a | 648.47±8.47b | 423.10±2.59c | 322.17±1.01d |
| 丙氨酸 Ala | 2 256.02±6.18b | 2 532.67±12.45a | 1 637.44±1.14c | 1 528.58±8.81d |
| 甲硫氨酸 Met | 71.04±0.18a | 74.63±3.49a | 51.38±1.03b | 47.80±4.46b |
| 色氨酸 Trp | 350.54±3.85a | 326.57±6.39b | 241.62±3.14c | 331.00±9.26ab |
| 鸟氨酸 Orn | 1 035.24±6.18d | 1 226.59±11.64c | 1 617.46±11.75b | 1 749.30±10.73a |
| 赖氨酸 Lys | 1 340.02±7.10a | 1 363.69±11.96a | 983.29±5.26b | 929.40±5.36c |
| 组氨酸 His | 573.00±6.92b | 601.97±8.91a | 410.05±1.14c | 615.43±4.40a |
| 脯氨酸 Pro | 845.60±3.05a | 807.11±1.56b | 549.85±8.07c | 417.36±2.24d |
| 半胱氨酸 Cys | 425.58±3.75b | 474.86±8.64a | 285.25±8.17c | 168.58±4.34d |
| a-芳族氨基酸 a-AAA | 420.75±1.46a | 334.45±4.66b | 264.36±9.41c | 267.43±4.11c |
| b-丙氨酸 b-Ala | 82.72±4.06a | 78.92±3.33a | 68.65±1.46b | 53.71±1.10c |
| γ-氨基丁酸 g-ABA | 191.55±1.66b | 214.34±1.37a | 91.20±1.74c | 67.81±2.03d |
| 精氨酸 Arg | 1 745.25±4.11d | 2 141.33±0.97c | 2 680.83±4.95b | 4 507.99±9.66a |
| 总氨基酸 Total | 33 041.64±20.91a | 31 555.41±22.87b | 25 389.05±26.54d | 27 479.86±21.54c |

## 3　讨论

大部分食用菌属于腐生型真菌,需要从外界环境摄取营养而生长。氮源是食用菌合成蛋白质和核酸的必要元素。深入了解食用菌栽培中氮素营养吸收、传递和转运的规律,将有助于通过各种方式提高食用菌对氮素营养的吸收和转化效率,对于获得高产、优质的子实体具有重要的意义。

食用菌的生长包括营养生长和生殖生长2个阶段。以刺芹侧耳为例,菌丝体接种之后,进入发菌期,该过程是通过菌丝在培养料中的生长积累营养[11]。之后进入后熟处理,进一步累计菌丝生物量,经过后熟,基质间隙完全被菌丝体充盈,能有效地提高产量,随后经过搔菌处理使其转入生殖生长阶段,在此阶段菌丝体中积蓄的营养将会转移到子实体中。该研究在刺芹侧耳生长周期中设置了8个取样点,从基质菌丝体游离氨基酸含量的测定结果中可以看出,整个栽培周期内,Arg一直是总氨基酸中含量最高但又是变化最明显的氨基酸,营养生长阶段基质菌丝体中Arg含量不断升高,现原基时含量达到了最高值。出原基到子实体生长时期基质菌丝体中Arg含量迅速下降,这表明Arg在刺芹侧耳氮素营养的转运中起到重要作用,菌丝体吸收转化的氮素通过各种转运路径最终极可能储存于Arg中,在

子实体生长阶段,子实体生长迅速,短期内需要大量的氮源物质[12],菌丝体内积累的 Arg 运输到子实体中参与生理代谢,满足生长需求。这与 AM 真菌氮素营养转运机制相一致。

子实体生长阶段,子实体中除了 Orn 和 Arg 含量呈上升的趋势外,其余氨基酸含量均呈下降的趋势。此外,Glu 含量从小子实体到子实体成熟过程中含量从 8 541.00 $\mu g \cdot g^{-1}$(占比 25.85%)下降到 5 363.10 $\mu g \cdot g^{-1}$(占比 19.52%),但是 Glu 一直是子实体中含量最高的氨基酸。推测 Orn、Arg 和 Glu 均与刺芹侧耳子实体生长阶段氮素营养的转运、转化相关,且 Glu 和子实体的代谢强弱有关,这也暗示发育后期子实体代谢活动减弱。

## 参考文献


[1] 郭美英.珍稀食用菌杏鲍菇生物学特性的研究[J].福建农业学报,1998,13(3):44-49.

[2] 王家季,刘化民.培养料碳氮比对金针菇生长发育及产量的影响[J].中国食用菌,2004(4):30-31.

[3] 贾素巧.碳氮营养对猴头菌生长发育及胞外酶活性的影响[D].保定:河北农业大学,2006.

[4] 李伟平.碳氮营养对秀珍菇生长发育及胞外酶活性的影响[D].保定:河北农业大学,2007.

[5] JIN H R,PFEFFER P E,DOUDS D D,et al. The uptake,metabolism,transport and transfer of nitrogen in an arbuscular mycorrhizal symbiosis[J]. New Phytol,2005,168:301-310.

[6] CRUZ C, EGSGAARD H, TRUJILLO C, et al. Enzymatic evidence for the key role of arginine in nitrogen translocation by arbuscular mycorrhizal fungi[J]. Plant Physiology,2007,144:782-792.

[7] JIN H R. Arginine bi-directional translocation and breakdown into ornithine along the arbuscular mycorrhizal mycelium[J]. Sci China Ser C-Life Sci,2009,52:381-389.

[8] BORSUK P,DZIKOWSKA A,EMPEL J,et al. Structure of the arginase coding gene and its transcript in *Aspergillus nidulans*[J]. Acta Biochim Pol,1999,46:391-403.

[9] DZIKOWSKA A, KACPRZAK M, TOMECKI R, et al. Specific induction and carbon/nitrogen repression of arginine catabolism gene of *Aspergillus nidulans* functional *in vivo* analysis of the otaA promoter [J]. Fung Genet Biol,2003,38:175-186.

[10] WAGEMAKER M J M,EASTWOOD D C,van der DRIFT C,et al. Argininosuccinate synthetase and argininosuccinate lyase: Two ornithine cycle enzymes from *Agaricus bisporus*[J]. Mycol Res,2007,111:493-502.

[11] 张引芳,刘遐,陈建华,等.杏鲍菇工厂化生产工艺研究[J].食用菌学报,2003,10(2):36-39.

[12] 于海龙.可控环境下杏鲍菇子实体发育模型研究[D].南京:南京农业大学,2009:70-81.


# Free Amino Acids Content Change of *Pleurotus eryngii* During Cultivation


LI Qiaozhen,SHANG Xiaodong,SONG Chunyan,LI Zhengpeng,LI Yan,BAO Dapeng

(Institute of Edible Fungi,Shanghai Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Edible Fungi Resources and Utilization (South),Ministry of Agriculture/National Engineering Research Center of Edible Fungi/National R&D Center for Edible Fungi Processing/Key Laboratory of Agricultural Genetics and Breeding of Shanghai,Shanghai 201403)



**Abstract**:In order to grasp the change regularity of amino acids content in the substrate mycelium and in the fruit body of *Pleurotus eryngii* during the growth,and lay the foundation for exploring further organic nitrogen carrier and nitrogen transfer method after hypha absorb nitrogen,the amino acids contents were determined in the substrate mycelium and in the fruit body of *Pleurotus eryngii* at different development stages with automatic analyzer amino acids. The results showed that the content of total free amino acids in the substrate mycelium increased significantly at the stage of spawn running,and decreased gradually at the fruiting stage. The most abundant amino acids in the substrate mycelium was arginine,the content of arginine reached the highest value 7 082.30 $\mu g \cdot g^{-1}$ (65.86%) at primordium phase,and gradually declined from the primordium phase to the fruiting body matured stage,which finally was 1 741.31 $\mu g \cdot g^{-1}$(40.67%). This suggested the arginine played an important role in nitrogen transport during the growth of *P. eryngii*.



**Keywords**:*Pleurotus eryngii*;substrate and mycelium;fruiting body;free amino acids