

양송이栽培에 따른 栽培床堆肥의 成分變化에 關한研究

南 宮 熙

全北大學校 農科大學

(1975년 7월 15일 수리)

Studies on the Compositional Change of Composts During Mushroom Cultivation

Hee Nam Gung

College of Agriculture, Chun Pook National University

(Received July 15, 1975)

SUMMARY

In order to investigate the compositional change of composts during the growing of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*), composts and mushrooms during the period of filling to ending under commercial conditions were subjected to chemical analyses. The results are summarized as follows and the mechanism of composting for mushroom cultivation was proposed.

- 1) The temperature change of growing bed and room was observed and the yield of mushroom for each cropping time was recorded to get 15.6kg/m² in total crops.
- 2) Composts after filling showed pH 8.2 which dropped to 6.4 after casing and continued so up to ending.
- 3) On the dry weight basis of composts, crude ash increased whereas total nitrogen, ether extract and crude fibre decreased gradually to bring about the lowering of organic matter.
- 4) Total nitrogen of composts decreased gradually and more insoluble nitrogen was lost than soluble nitrogen. The C/N ratio of composts was initially 21 which was gradually lowered to 16.
- 5) The losses of α -cellulose, pentosan and lignin in composts were 87%, 75%, and 60%, respectively, in which α -cellulose decreased markedly after casing.
- 6) Free reducing sugars of composts increased continuously. Gradually increased free amino acids till second cropping decreased again thereafter. Composts at the filling stage contained alanine, glutamic acid, glycine and serine in which glycine decreased markedly whereas proline increased remarkably upon mushroom cultivation.
- 7) Among minerals of composts, phosphorus and zinc tended to decrease, potassium and copper tended to increase and sodium showed no marked change.
- 8) In comparison of mushrooms from different cropping time with respect to proximate composition, minerals, free reducing sugars and amino acids, no marked difference was observed. However, a little higher values were observed in crude fat, free

reducing sugars and sodium content for early crops and in free amino acids and phosphorus content for late crops. Twelve free amino acids including alanine, serine, threonine, and glutamic acid were detected in the cultivated mushroom.

- 9) According to above experimental results, it was possible to support the mechanism of compositing that the formation of ammonia and decomposition of carbohydrates by mesophiles are followed by protein biosynthesis, formation of microbial bodies and nitrogen-rich lignin humus complex by thermophiles, thus supplying necessary nutrients for mushroom growth, along with residual carbohydrates.

結 論

양송이는 특유한 香味成分 때문에 歐美 各國에서 널리 食用되고 있는 特殊 農産物으로써, 國內에서 海外輸出을 목적으로 양송이 栽培가 10여년 전 부터 확발하게 進陟되어왔다. 그리하여 1965년에는 양송이의 栽培面積 107m²(3만 3천坪), 生産量 106톤이던 것이 1973년에는 재배면적 2,158천 m²(66만 6천坪), 生産量 2만7천톤으로 急増하였다.

양송이 栽培는 이에 사용되는 堆肥의 優劣에 따라 그 收量이 크게 左右된다고 할 수 있으며, 양송이 收量의 增減을 결정하는 중요한 要因은 무엇보다도 堆肥의 製造方法이라고 할 수 있다.

歐美 各國에서 주로 사용되고 있는 堆肥의 主原料는 마굿간 堆肥 및 糞질이며 이것에 대하여 오래전부터 양송이 生育에 關係하는 成分과 그들의 生理營養學的인 역할을 糾明하고자 많은 研究가 이루어 졌다. 그 결과 初期에는 窒素源의 重要性이 인정되었고 이와 關係된 研究가 많았으나 그 후 無機成分, 炭水化物의 역할도 널리 인식하게 되었다.

堆肥製造過程 및 양송이 栽培中 變化를 일으키는 堆肥의 主要成分은 炭水化物, lignin, 窒素, 微量成分 등이며, 이들이 複合的으로 作用하여 양송이의 生育과 收量에 영향을 미치는 것으로 알려졌고, 이 中에서도 가장 복잡한 것은 有機成分의 變化라 할 수 있다.

양송이 栽培用 堆肥의 主要炭素源에 대하여 Styer¹⁻²⁾는 일찌기 炭水化物이라 하였고 Waksman 및 Nissen³⁾은 lignin과 蛋白質이라 하였으며 Sinden 및 Hauser⁴⁾는 炭水化物의 糖類 産物이라 한 바 있다. 이와같이 相反된 意見의 妥當性을 確定짓는데 옛날에는 많은 難點이 있었으나 최근 分析方法의 발달에 따라 이것이 不可能하지는 않음을 알게 되었다. 또 Stoller⁵⁾는 양송이의 收率이 N, P, K, Na, Ca, Mg 와 같은 成分에 의하여 크게 影響된다고 지적한 바 있으며, 堆肥 中의 N 및 P 含量

에 關係서는 Burrows⁶⁻¹¹⁾등의 간단한 보고가 있을 뿐이다. 그러나 양송이 堆肥에 대하여 Kjeldahl 法에 의한 窒素의 定量이 널리 使用되므로써, 양송이의 收量이 질소의 含量과 關係있는 것으로 생각되어 왔다.

한편 Treschow¹²⁾와 Humfeld 및 Sugihara¹³⁾는 液體培養實驗에서 양송이의 菌發育에 미치는 K와 Ca의 重要性과 滲透壓의 허용 범위등에 關係서 相反되는 결과를 報告하였다.

양송이 栽培에 있어서 신속하고도 容易한 診斷方法의 하나로 pH를 測定하여 이 값을 양송이의 收量과 실험적으로 關係지을 수 있다면 매우 重要한 意義를 가지게 될 것이다. 그리하여 양송이의 菌絲發育과 收率에 가장 적합한 pH 범위에 關係研究가 발표되고 있다.

Treschow¹²⁾는 液體培地와 半固體培地에 있어서 菌絲發育에 가장 적당한 pH 범위는 6.0~7.0 이라 보고 하였고 Styer²⁾는 양송이의 收穫期間 中 培地의 pH가 減少한다고 하였다. 堆肥와 覆土의 pH가 양송이의 生産에 미치는 影響에 對해서는 Allison 및 Kneebone¹⁴⁾의 綜合的 研究가 있다. 그들은 특히 양송이의 收穫期間 中 堆肥와 覆土의 正常的인 pH變化를 파악하였고 初期의 pH범위가 收穫期間 中의 pH變化에 미치는 影響을 조사하였다.

堆肥製造 또는 양송이 栽培 中 堆肥의 成分變化에 關係한 最近의 研究에 對해서는 Muller¹⁵⁾의 綜說이 있다. 그는 양송이 栽培用 堆肥製造는 微生物에 의한 有機廢物의 不完全한 分解로서 최초의 有機物이 半減되어 C/N率이 25에서 15로 減低되는 過程이라 하였고 堆肥熟成의 研究에는 일반적으로 水溶性灰分, 不溶性灰分, lignin, pentosan과 α -cellulose의 定量으로 充分하다고 주장하였다.

또 Bels-kong¹⁶⁾은 堆肥製造에 關係한 모델 實驗을 통하여 몇가지 基礎資料를 발표한 바 있다. 즉 ryemil질에 添加劑를 가하여 유리容器에 넣고 恒온기에서 발효시켜 그 變化過程을 조사하여 堆肥熟成

에 대한 假說을 세웠다. Bretzloff 및 Fluegl¹⁷⁾은 堆肥의 製造부터 양송이의 收穫期까지 堆肥의 成分變化 특히 酸素, 傳導度, pH, 灰分, Kjeldahl 窒素와 Dumas 窒素, P, K, Na, Ca, Mg에 대한 實驗을 수행하여 高收量 栽培床堆肥와 低收量 栽培床堆肥에 있어서 이들 成分의 차이를 비교하였다. Gerrits 및 Bels-koning¹⁸⁾은 양송이 栽培過程 중 堆肥의 窒素化合物, 炭水化合物 및 灰分의 變化를 조사하였다. 이에 의하면 lignin 含量은 堆肥 主醱酵과 後醱酵中 一定하나 種菌接種후 급격히 감소하였으며 pentosan 과 α -cellulose 含量은 主발효와 후발효 중 급격히 감소하다가 수확기간 중에는 조금씩 감소 하였다.

堆肥의 主醱酵중 可溶性 窒素는 耐熱性 微生物의 菌體와 多窒素 lignin 腐植複合體로 變化되어 양송이 菌絲에 利用된다고 하였다. 한편 O, Donoghue¹⁹⁾는 양송이의 收量과 堆肥成分과의 關係를 統計分析한 결과 양송이 收量과 窒素는 높은 相關關係를 가지나 pH는 큰 相關이 없다고 하였다.

Fraser²⁰⁾는 양송이 發育에 미치는 아미노酸系化合物의 影響을 조사한 결과 yeast extract나 casein의 酸加水分解物은 양송이의 生長을 促進시키며 여러가지 아미노酸을 thiamine과 함께 첨가하였을 때에도 이와 같은 效果가 나타난다고 하였다. 아미노酸을 單獨으로 添加하였을 때 菌株에 따라서는 phenylalanine 과 methionine 이 가장 效果的인 것과 proline 이 效果的인 것 등이 있으며 後者は tryptophan과 tyrosine 의 效果가 적었다. 이들 아미노酸을 併用했을 때는 單用했을 때 보다 더 效果的이었으며 다섯가지를 併用했을 때 效果가 가장 좋았다.

Delmas 및 Poitou²¹⁾는 堆肥 중 窒素化合物 특히 아미노酸에 관한 研究를 하였고 그들의 重要性을 강조한 바 있다. 이들에 의하면 양송이 栽培중 蛋白態 窒素가 대부분을 차지하지만 種菌接種 후 可溶性 窒素가 증가하였다. 각 段階에 있어서 아미노酸을 分離定량한 결과를 보면 蛋白部分(加水分解후)이나 可溶部分에서 약 15종의 아미노酸이 分離되었다. 種菌接種 후 堆肥에 아미노酸을 添加한 결과 양송이 子實體 중의 아미노酸 濃도가 變化됨을 관찰하였으며 양송이 栽培 중 堆肥와 關連하여 窒素 특히 아미노酸에 관한 研究의 重要性을 強調하였다. 또 Piquemal 등²²⁾은 양송이에 대하여 glutamic acid는 좋은 窒素源이며 炭素源으로도 이용이 가능하다고 하였다.

현재 國內에서 양송이 栽培에 사용되는 堆肥의

主原料는 芻糞으로서 歐美 各國에서 사용되고있는 堆肥와는 상당한 差異가 있다고 생각된다. 그러나 國內材料를 이용한 양송이 栽培用堆肥의 製造에 관한 體系的 研究는 지난 수년간 農村振興廳 植物環境 研究所에서 비로소 着手되었고 문제점들이 차차 해결되어가고 있는 단계에 있다. 그리하여 양송이 栽培用 堆肥의 材料配合와 栽培法 改善에 관한 일련의 試驗報告²³⁻⁵⁰⁾가 있으나 양송이 栽培中 堆肥의 成分變化에 관한 基礎的인 資料가 아직 缺如되어 있다.

따라서 本 研究는 國內에서 代表的인 方法으로 양송이의 企業的 生産을 하고 있는 현장에서 試料를 채취하여 양송이 栽培 중 堆肥의 成分變化를 經時的으로 分析하고 堆肥熟成과 양송이 發育過程에 관한 體系的인 研究를 수행하는 동시에 양송이 栽培에 있어서 改善할 점을 모색하려는 의도하에 着手하였으며 이에 그 結果를 보고하는 바이다.

實驗材料 및 方法

1. 栽培用 堆肥의 製造

堆肥原料로서는 芻糞 100, 鷄糞 10, 밀기울 1. 깻묵 0.3, 요소 1.5, 石膏 2의 重量比로 사용하였고, 1973년 9월 20일부터 10월 10일까지 전북 이리지역에서 다음과 같은 工程에 의하여 野外堆積을 실시하였다.

- 1) 假堆積: 2등분한 芻糞에 水分을 充分히 供給하면서 堆積틀을 사용하여 堆積하였다.
- 2) 本堆積(假堆積 2日後): 假堆積한 堆肥에 鷄糞, 깻묵, 水分을 添加하고 堆積틀을 사용하여 강하게 밟으면서 바꾸어 쌓는다.
- 3) 1회 뒤집기(假堆積 6日後): 要素를 添加하면서 乾燥部位에는 水分을 補充하고 철저히 털어 바꾸어 쌓는다.
- 4) 2회 뒤집기(假堆積 8日後): 1회 뒤집기에서와 같다.
- 5) 3회 뒤집기(假堆積 10日後): 털기를 철저히 하고 換氣木을 사용하여 가볍게 바꾸어 쌓는다.
- 6) 4회 뒤집기(假堆積 12日後): 3회 뒤집기에서와 같다.
- 7) 5회 뒤집기(假堆積 15日後): 3회 뒤집기에서와 같다.
- 8) 6회 뒤집기(假堆積 71日後): 石膏 1/2量을 添加하면서 가볍게 바꾸어 쌓는다.

2. 양송이 栽培 및 試料採取

1) 양송이 栽培

野外堆積이 끝난 堆肥는 양송이 栽培舍에 入床

하여 다음과 같은 과정으로 10월 11일부터 다음해 2월 7일까지 양송이를栽培하였다.

① 入床(假堆積 19日後) : 野外堆積이 끝난 堆肥를 철저히 털면서 여기에 나머지 石膏를 添加하고 水分량을 調節하여 栽培床에 均一하게 入床하였다

② 後醱酵 : 入床後 60°C에서 6시간 頂熱한 다음 가끔 換氣하면서 種菌接種前까지 약 55°C로 溫度를 維持하였다.

③ 種菌接種(入床 17日後) : 後醱酵가 끝나면 水分을 調節한 후 m²당 400g(坪當 3 lbs)의 種菌을 3段栽植 및 表面撒播한 다음 신문지로 栽培床을 덮었다.

④ 覆土(入床 34日後) : 栽培床 堆肥에 菌絲가 蔓延되었을 때 蒸氣殺菌한 흙으로 두께가 3cm 정도 되도록 覆土하였다.

⑤ 灌水(入床 48日後) : 覆土層에 菌絲가 蔓延되었을 때 그위에 充分한 灌水와 換氣를 실시하였다.

⑥ 收穫(入床 55日後) : 양송이는 週期的으로 發芽하기 때문에 이에 맞추어 收穫하였으며 收穫後는 灌水栽培床管理 등을 실시하였다.

2) 試料 採取

試料는 入床, 種菌接種直前, 覆土, 收穫期間(1~4週期), 廢床 등 各 段階에서 堆肥와 양송이를 다음과 같은 方法으로 採取하였다.

栽培舍의 中間列에 位置하여 7段으로 되어 있는 栽培床의 第3段 中央地點을 試料의 採取場所로 선정하여 3 反復區로 하였다.

堆肥試料는 覆土部分을 除外한 全 堆肥層(약 20 cm)에서 15cm 직경으로 採取하고 잘게 썰어 곱고루 混合한 다음 그대로 또는 70°C에서 乾燥시킨 후 分析에 提供하였다.

양송이 試料는 堆肥採取區와 바로 인접한 장소에서 1.35m×1.29m의 면적을 3 곳씩 設定하고 이곳에서 收穫한 양송이의 收量과 크기에 따른 個數를 조사하였으며 물로 表面을 씻은 후 잘게 잘라서 分析試料로 하였다.

3. 化學 分析

1) pH

양송이와 堆肥를 각각 10g 정도 一定한 크기로 자르고 粉碎한 다음 30ml의 증류수를 넣고 分散시켜 室溫에서 한시간 방치하였다. 이 懸濁液을 곱고루 混合한 후 Corning-12 pH meter로 pH를 측정하였다.

2) 水 分

양송이와 堆肥를 각각 2g 정도 精確하게 秤取하여 105°C 常壓乾燥器에서 恒量이 될 때까지 乾燥

하여 감소되는 水分含量을 산출 하였다.

3) 粗脂肪⁵¹⁾

양송이 2g과 乾燥堆肥 1g정도를 각각 秤取한 다음 ethyl ether로 15시간 抽出하여 常法으로 分析하였다.

4) 窒素化合物

① 總窒素

양송이 2g과 乾燥堆肥 0.5g 정도를 각각 秤取하여 Semi-micro Kjeldahl 法⁵¹⁾에 준하여 分析하였다.

② 水溶性 窒素

試料 2~3g에 증류수 100ml를 가하여 30°C에서 2시간 교반한 다음 遠心分離한 上澄液에 대하여 Kjeldahl 法으로 窒素를 定量하였다.

③ 遊離 아미노酸

還元糖定量用 試料液 0.1ml를 ninhydrin 시약으로 發色시킨 다음 Beckman DU-2 Spectrophotometer에 의하여 波長 570m μ 에서의 吸光度를 측정하고 leucine 에 대한 標準曲線에 의하여 leucine 當量으로 나타내었다.

遊離 아미노酸의 定性은 다음과 같이 실시하였다.

양송이 또는 堆肥 20g에 80%ethyl alcohol 200ml을 가하고 waring blender 로 磨碎한 다음 室溫에서 1일간 방치하였다. 다음 filter paper No. 5C로 濾過한 후 濾液을 rotary vacuum evaporator로 濃縮하여 殘留物에 10% 2-propanol 10ml를 넣어 溶解시킨 것을 原液으로 사용하여 Whatmann No. 1 여지 (21×21cm)로 2 차원 paper chromatography 를 행하였다.⁵³⁾

1 차 展開溶媒로서는 n-butanol:formic acid:H₂O (77:15:8), 2차展開溶媒로서는 phenol:H₂O: NH₄OH(74:25.5:0.5)를 사용하였으며 10~12시간 展開하였다. 風乾後 0.5% ninhydrin alcohol 溶液을 噴霧하고 風乾시킨후 65°C로 30분간 乾燥하여 나타나는 각 아미노酸의 spot를 標準化合物과 비교하였다.

遊離 아미노酸의 定量은 아미노酸 自動分析器에 의하여 실시 하였다. 즉 50g의 細切한 試料를 100ml의 끓는 95% ethanol 에 가하고 放冷후 waring blender로 5분간 磨碎하였다. 이에 celite filter aid 를 넣어 吸引濾過하고 70% ethanol로 3회 洗滌하여 濾液과 洗液을 rotary vacuum evaporator로 濃縮하였다. 이를 Amberlite IR-120 column (200-400mesh)에 吸着시킨 후 IN NH₄OH로 溶出하였다. 溶出液은 다시 50ml로 濃縮한 다음 active carbone 의 色素를 제거하고 減壓乾固시켰다. 이에 少量의

Table 1. Operating conditions of amino acid autoanalyzer

	Neutral and acidic aminc acids	Basic amino acids
Column size	0.9×50cm	0.9×15cm
Resin	Hitachi custom 2612	Hitachi custom 2611
Flow rate:		
Buffer solution	60ml/hr	60ml/hr
Ninhydrin reagent	30ml/hr	30ml/hr
Column temperature	55°C	55°C
Buffer solution	pH3.25 and 4.25 0.2M citrate buffer	pH 5.28 0.35M citrate buffer
Buffer change time	70 min	
Analysis time	185 min	165 min
Chart speed	12cm/hr	12cm/hr

稀釋用 citrate buffer(pH 2.2)를 넣어 용해시키고 2 μ mole의 leucine當量에 해당하는 試料溶液(0.1~0.5ml)을 Hitachi Model D34 liquid chromatography에 의하여 다음과 같은 條件下에서 各個 아미노酸을 分離하고 標準 아미노酸 混合液(CalBioChem. Co. 製品으로 0.25 μ mole의 各其 아미노酸을 包含)의 pattern과 對照하였다.

이와 같이 확인한 peak의 height와 width dots에 恒數를 곱하여 構成 아미노酸 mole組成比를 계산하였다.

5) 炭水化合物

① 粗纖維

脂肪抽出이 끝난 試料를 각각 0.5g 정도 秤取하여 常法⁵¹⁾으로 分析하였다.

② α -Cellulose

粗纖維로 分離된 割分을 다시 17.5% NaOH 용액으로 45분간 교반한 후 I-G-3 glass filter로 濾過한 다음 殘溜成分을 乾燥, 秤量하여 α -cellulose含量으로 하였다.⁵⁴⁾

③ Pentosan

脫脂試料 1g을 더운물(약 30°C)로 3시간 浸出하고 濾過, 乾燥한 試料에 72% HCl용액 100ml를 가하고 증류하였다. 溜出液 500ml를 얻은 후 phloroglucionl-HCl 용액 40ml를 가하여 18시간 방치한 후 glass filter로 濾過, 洗滌, 乾燥한 다음 恒量을 구하였다.⁵³⁾

④ Lignin

脫脂試料 2g를 熱湯으로 3시간 浸出, 乾燥 후 72% H₂SO₄ 용액 30ml를 교반하면서 넣고 냉장고에 48시간 보존하였다.

이에 증류수를 가하여 1.2L로 만들고 4시간 還流冷却하면서 가열한 후 glass filter로 濾過, 洗滌

한 殘渣를 乾燥한 다음 灰分을 定量하여 lignin含量을 計算하였다.⁵⁴⁾

⑤ 還元糖

양송이와 堆肥를 각각 2g 정도 精確히 秤取하여 0.1 N HClO₄-80% ethyl alcohol 15ml와 함께 0°C에서 homogenize한 다음 7,000rpm에서 20분간 遠心分離하였다. 還元糖은 이 上澄液 1ml를 취하고 Somogyi-Nelson法에⁵⁵⁻⁵⁶⁾ 따라 Beckman DU-2 spectrophotometer에 의하여 520m μ 에서의 吸光度를 측정하고 glucose 용액에 대한 標準曲線에 의하여 glucose 當量으로 나타내었다.

⑥ 全炭素

乾燥堆肥 一定量을 취하여 簡易滴定法⁵⁷⁾에 의하여 全炭素를 定量하였다.

6) 無機成分

① 粗灰分

양송이와 乾燥堆肥 각각 1g정도를 crucible에 精確히 秤取하고 500°C 電氣爐에서 灰化시켜 常法으로 산출하였다.⁵¹⁾

② P, K, Na, Cu, Zn

양송이 3g과 乾燥堆肥 1g정도를 각각 秤取하여 200ml Kjeldahl flask에 넣고 HNO₃ 15ml로 加熱分解하였다. 淡黃色으로 分解된 용액에다 70% HClO₄ 4ml를 가하고 分解物이 투명하게 될 때까지 가열하였으며 냉각 후 증류수 30ml를 넣어 다시 끓을 때 까지 가열한 다음 Toyo 여지 No. 5. C로 濾過하여 濾液을 50ml로 만들었다. 이 용액을 P, K, Cu, Zn 및 Na의 分析에 사용하였다.

P는 vanado-molybdate 方法⁵⁸⁾으로 精量하였다. 즉 試料용액을 ammonium molybdate-vanadate 시약과 30분간 室溫에서 반응시켜 420m μ 波長에서의 吸光度를 측정하고 K₂HPO₄ 標準試藥과 비교하여

定量하였다.

K와 Na는 Flame Photometry⁵⁹⁾로 정량하였다. 즉 5배로 희석한 上記 試料液을 Nippon Jarrel Ash Atomic Absorption and Flame Emission Spectrophotometer를 사용하여 分析하였다. K와 Na의 分析波長은 7665Å과 5890Å이었고 PM Volt 500volts, recorder sensitivity 0—10mv, chart speed 40mm/min 그리고 燃料로서 H₂O. 6kg/cm², O₂ 1kg/cm²의 상태에서 측정하였다.

Cu와 Zn는 Atomic absorption 方法에 의하여 定量하였다. 즉 Cu는 上記 原液, Zn는 5배 희석 액을 上記한 機器를 사용하여 分析하였으며 Cu는 3247Å, Zn는 2139Å에서 위와 同一한 조건에서 측정하였다.

結果 및 考察

1. 栽培床의 溫度 變化 및 양송이 收量

양송이 栽培에 있어서 溫度, 濕度 및 換氣는 중요한 環境 要因이며 특히 栽培期間中 적당한 溫度

의 維持는 매우 중요하다.

양송이 栽培 期間中 室內 및 栽培床의 溫度變化를 보면 Fig. 1과 같다. 即 後醱酵의 초기에 약 6시간 60°C로 頂熱한 다음 가끔 換氣하면서 약 55°C로 15일 정도 栽培床의 溫度를 維持하였다. 接種할 때의 堆肥溫度는 25°C로 하였으며 覆土할 때까지 그대로 유지하여 菌絲發育을 良好하게 하였다.

菌絲의 生長 溫度 범위는 8~27°C로 알려져 있으며 이 범위를 벗어난 溫度에서는 生長이 정지되거나 菌絲가 빨리 老衰한다고 알려져 있다.

覆土 後에도 培養床의 溫度는 25°C 내외로 하였으며, 收穫期間의 溫度는 10~15°C의 범위를 벗어나지 않게 하였다. 收穫 期間中 비교적 높은 溫度를 유지하면 양송이 줄기가 가늘게 되기 쉽고 갓도 빨리 벌어져 品質이 不良하게 된다. 그러므로 室內 溫度는 培養床의 溫度보다 1~2°C 낮게 全栽培期間 동안 유지하였다.

本 實驗에서 各 週期마다 採取한 양송이 收穫成積은 Table 2와 같다.

Table 2. Yield of mushrooms according to cropping time and size (means of 3 replications)

Crop	Yield (kg/m ²)	Number of mushrooms/m ²		
		Big	Medium	Small
1st	3.84	151	150	137
2nd	3.51	139	119	72
3rd	3.59	138	96	64
4th	2.91	153	60	23
5th	1.63	81	35	10
6th	0.18	9	1	0
Total	15.66	671	461	306

Size of the mushrooms (cap diameter)

Big: bigger than 4cm, Medium: 3~4cm, Small: smaller than 3cm

2. 栽培床의 pH變化

양송이 栽培 期間中 栽培床의 pH變化를 보면 Table 3 및 Fig. 2와 같다.

野外堆積이 끝난 직후의 堆肥의 pH는 8.2이었고 後醱酵가 끝난 接種直前은 7.8로써 약간의 低下現象을 보였으나, 약 알카리의 범위는 벗어나지 아니하였다. 이것은 양송이 栽培製造에 사용한 窒素源 비료에서 生成되는 암모니아로 인하여 알카리성을 나타내며 醱酵가 進展됨에 따라 암모니아가 감소되기 때문에 알카리성이 약해지는 것으로 생각된다.

覆土를 한 이후에 pH는 6.4로 상당히 低下되고 점차 酸性으로 기울어지는 現象을 나타내었으며 廢

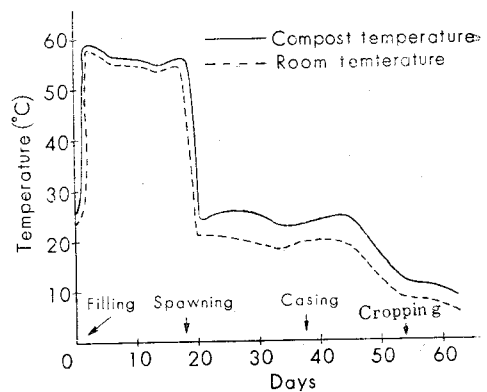


Fig. 1. Changes of compost and room temperature during mushroom cultivation.

床직전에 약간의 增加를 보였다. 일반적 경향으로 볼 때 堆肥의 pH는 栽培期間이 經過함에 따라 감소하였으나 旺盛하게 成長한 菌絲가 양송이를 수확할 때 栽培床으로 부터 除去되기 때문에 廢床할 때의 堆肥의 pH가 다소 높아지는 경향이였다.

Treschow¹²⁾의 綜合的 研究에 의하면 液體 및 半固體 培養基에 있어서 菌絲發育에 適當한 pH범위는 6.0~7.0이라 하였고 Styer²⁾는 양송이의 收穫期間中 堆肥의 pH는 감소한다고 보고 하였다.

또한 Lambert 및 Humfield⁶¹⁾는 覆土의 초기 pH는 酸性이고 양송이 生育에는 알카리性 보다 中性이 더 좋으나 pH 5.5~8.0 범위에서도 별 영향이 없다고 하였다.

한편 Allison 및 Kneebone¹⁴⁾은 堆肥床의 pH變化를 조사한 結果 接種時 堆肥의 pH는 7.5로 부터 점차 감소하여 菌絲의 發育이 旺盛한 양송이 收穫中에는 pH 6.0을 유지하며 廢床할 무렵에 다시 약간 增加하는 것으로, 堆肥나 覆土의 pH 범위 5.5~7.5는 양송이 生産에 있어서 制限 因子가 되지 않는다고 하였다. 또한 O'Donoghue¹⁹⁾도 堆肥의 pH 범위 6.5~8.0에서 收量에 미치는 영향을 조사한 結果 양송이 生産에는 그리 큰 영향이 없다고 보고 하였다.

本 實驗의 結果는 Allison 및 Kneebone의 보고와 잘 일치하는 것으로 양송이 生産에 適當한 培養條件이 付與되었다고 할 수 있다.

3. 栽培床의 一般成分의 變化

양송이 栽培中 栽培床의 一般成分의 變化를 보면 Table 3와 같고 水分의 變化를 보면 Fig. 2와 같다.

入床당시 75%의 水分을 含有하고 있던 堆肥는 栽培期間이 경과함에 따라 水分含量이 감소하는 경향을 보이고 있다. 入床에서 부터 收穫직전까지 약

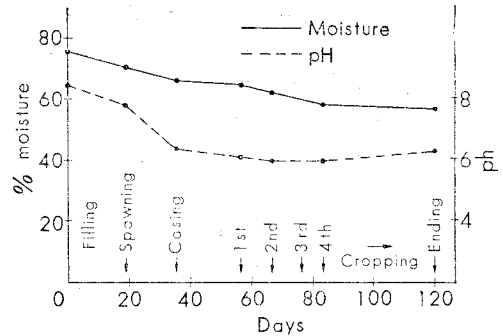


Fig. 2. Changes in moisture content and pH of composts during mushroom cultivation.

10%의 감소 현상이 일어났으며 收穫期間에도 점차 감소하였다. 水分은 堆肥의 醱酵 期間中 微生物의 活動에 가장 필요한 要因으로서 水分 供給量이 적으면 醱酵가 不良하고 堆肥의 溫度가 너무 높아져서 纖維素의 分解를 不必要하게 조장하는 페단이 있고 반대로 너무 많으면 空氣流通을 阻害하여 嫌氣性醱酵를 유발하고 堆肥의 物理的 特性을 惡變시키는 것으로 알려져 있다.

O'Donoghue¹⁹⁾의 보고에 의하면 堆肥의 水分은 양송이의 水量과 負의 相關關係가 있는 바 특히 水分 67%와 80%의 차이는 양송이 收穫에 큰 영향을 미쳤다고 하였으며, Flegg⁶²⁾ 역시 水分 含量이 收穫과 關聯성이 있다고 하였으나 더 많은 研究가 필요하다고 結論지었다. 양송이 栽培중 堆肥의 成分은 여러가지 變化를 받은 것으로 알려져 있다. 그리하여 堆肥의 後醱酵過程이나 양송이 發育中 特定한 時期에 採取한 試料의 成分分析은 어떤 特定한 순간에 있어서 存在하는 이들 成分의 비율을 表現할 것이지만 그 成分이 절대량의 增加나 감소에 관한 자료를 제공하여 주지는 못한다.

Table 3. Proximate analyses of composts during mushroom cultivation

Stage	pH	Moisture (%)	Total nitrogen (%)	Ether extract (%)	Crude ash (%)	Crude fibre (%)
Filling	8.2	75.0	1.55	2.0	24.7	25.7
Spawning	7.8	69.7	1.75	2.0	31.9	25.0
Casing	6.4	66.4	1.84	1.8	41.0	24.7
1st cropping	6.4	64.8	0.98	1.6	43.0	14.6
2nd cropping	6.0	62.3	0.96	1.5	44.2	10.3
3rd cropping	6.1	60.5	1.00	1.5	44.8	9.1
4th cropping	6.0	58.6	1.04	1.4	45.3	7.8
Ending	6.3	57.0	0.89	1.2	47.7	6.2

*Means of 3 determinations on dry weight basis except pH and moisture

堆肥숙성이나 양송이 栽培中 有機物은 呼吸에 의하여 계속적으로 消費되므로 灰分의 濃도는 相對的으로 增加할 것이다. 그러나 Burrows⁶⁾는 灰分의 全體量은 醱酵初期부터 收穫時期까지 一定하며 양송이를 收穫하면 약간의 灰分만이 제거 될 것이라고 하였다. 따라서 一定한 期間中에 소실되는 特定成分의 量을 파악하기 위하여 Gerrits 및 Bels-Koning의 方法¹⁰⁾에 따라 全體灰分을 근거로 하여 栽培床의 固形物과 有機物의 變化를 Fig. 3에 나타내었다.

堆肥의 後醱酵 過程 및 양송이 栽培中 固形物이 계속적으로 감소하는 것을 볼 수 있었고 특히 有機物의 감소가 더욱 심하였다.

에텔抽出物은 1~2%로서 栽培床 堆肥에는 소량만 함유되어 있고 이것은 주로 堆肥原料에서 유래된 脂肪質과 色素類가 主成分이 아닌가 생각된다.

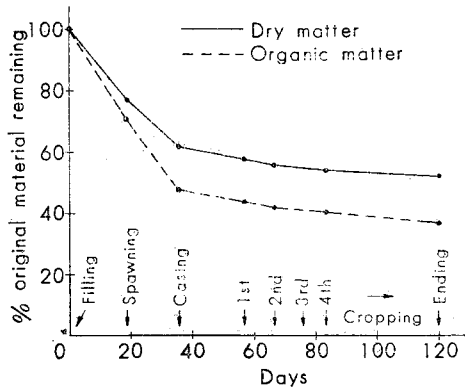


Fig. 3. Changes in total dry matter and organic matter of composts during mushroom cultivation.

4. 栽培床의 窒素化合物의 變化

양송이 栽培 중 窒素化合物의 變化를 보면 Table 4 및 Fig. 4와 같다. 일반적으로 堆肥中 全窒素의

1/3은 水溶性 窒素이고 나머지 2/3는 不溶性 窒素로 나타났다.

이 결과를 灰分含量을 기준하여 계산한 結果에 의하면 全窒素는 양송이 培養에 따라 점차로 감소되며 全窒素에 대한 水溶性 窒素의 비율이 35~37%로서 거의 일정한 비율을 나타내나 不溶性 窒素의 절대 감소량은 水溶性 窒素보다 더 컸다.

堆肥中에 存在하는 窒素는 주로 糞질과 添加劑로 사용한 尿素 및 鷄糞에서 유래되는 것으로 有機態 窒素와 無機態 窒素이다. 醱酵 期間中에 添加劑가

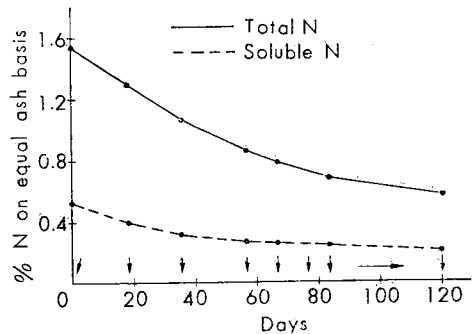


Fig. 4. Changes in total and soluble nitrogen of composts during mushroom cultivation on equal ash basis.

한 尿素態 窒素는 주는 암모니아로 된 다음 일부는 微生物의 菌體를 형성하고 일부는 多窒素 lignin 腐植複合體가 되며 다른 일부는 암모니아로 蒸發하여 소실된다.

양송이 栽培用 堆肥製造時 첨가하는 窒素의 形態와 量은 양송이 栽培에 있어서 매우 중요한 것으로 오래전부터 알려져 있는 바 이는 堆肥醱酵 및 양송이 栽培中 醱酵微生物과 양송이의 相과의 生育關係에 크게 영향을 미치고 나아가 양송이의 收穫率에 직접적으로 관여하기 때문이다. 따라서 堆肥

Table 4. Changes in nitrogen content of composts during mushroom cultivation

Stage	% N on dry weight basis			% N on equal ash basis		
	Total	Soluble	Insoluble	Total	Soluble	Insoluble
Filling	1.55	0.54	1.01	1.55	0.54	1.01
Spawning	1.75	0.53	1.22	1.37	0.41	0.95
Casing	1.74	0.54	1.20	1.05	0.33	0.72
1st cropping	1.52	0.50	1.02	0.87	0.29	0.58
2nd cropping	1.40	0.50	0.90	0.78	0.27	0.51
3rd cropping	1.32	0.47	0.85	0.73	0.26	0.47
4th cropping	1.24	0.45	0.79	0.68	0.25	0.43
Ending	1.10	0.41	0.69	0.57	0.21	0.36

Table 5. Changes in carbohydrate content and C/N ratio of composts during mushroom cultivation (% on dry weight basis)

Stage	Lignin	Pentosan	α -Cellulose	Total carbon	C/N ratio
Filling	18.6	16.9	21.5	32.4	20.9
Spawning	18.7	14.8	20.0	31.8	18.2
Casing	18.0	14.2	19.0	29.5	17.0
1st cropping	17.0	13.0	13.6	25.9	17.0
2nd cropping	16.5	12.0	10.0	23.4	16.7
3rd cropping	15.8	11.2	8.6	21.8	16.6
4th cropping	15.2	10.5	7.2	20.3	16.4
Ending	14.1	8.4	5.4	17.6	16.0

製造時의 C/N비와 관련하여 많은 연구가 이루어졌고 이에 대해서는 炭水化合物과 아울러 다시 논의할 豫定이다.

完成된 堆肥의 窒素 含量은 堆肥原料 配合時에 첨가한 窒素源의 多少에 比例하여 그대로 增加되지 않으며 각각 다른 比率로 窒素를 첨가한 堆肥에서도 최후에는 항상 계산치와는 달리 서로 비슷한 窒素含量을 가지게 된다. 가령 窒素와 아울러 이용되기 쉬운 炭素源을 첨가하므로서 微生物의 번식이 왕성하게 되면 생성된 암모니아를 固定하게 되므로 窒素含量은 增加하게 된다.

本 實驗에서 入床後 後醱酵가 일어나는 變化過程은 堆肥 製造 過程의 연장이라 할 수 있었고 이는 Lambert.⁶³⁾ Gerrits 및 Bels-koning의 結果와 비슷하였다.¹⁸⁾

本 研究에서 種菌接種 後 소실되는 窒素는 대부분이 收穫한 양송이에 의하여 제거되는 것 같다. 특히 水溶性 窒素보다는 不溶性 窒素의 감소가 더 컸던 바 이는 양송이가 水溶性 窒素를 영양분으로 흡수하고 이에 따라 蛋白質의 分解로 이것이 보충 되는데 반하여 不溶性 窒素는 蛋白分解 酵素에 의한 分解와 아울러 多窒素 lignin 腐植複合體의 形態로 直接 이용되는 때문이라 생각된다. Gerrits 및

Table 6. Changes in carbohydrate content of composts as converted to equal ash basis(%)

Stage	Lignin	Pentosan	α -Cellulose	Ash
Filling	18.6	16.9	21.5	24.7
Spawning	14.5	11.5	15.5	24.7
Casing	10.8	8.6	11.4	24.7
2nd cropping	9.2	6.7	5.6	24.7
3rd cropping	8.8	6.2	4.7	24.7
4th cropping	8.3	5.7	3.9	24.7
Ending	7.3	4.3	2.8	24.7

Bels-koning¹⁸⁾에 의하면 菌株接種에서 부터 收穫時 까지 소실되는 總窒素의 약 반은 lignin과 함께 소 실되었다는 보고와 잘 일치된다고 생각한다.

5. 栽培床의 炭水化合物의 變化

本 實驗에서 사용한 堆肥의 主原料는 볏짚으로서 全體原料의 87%를 차지한다. 따라서 堆肥中 炭素源 의 主成分은 볏짚중 存在하는 cellulose pentosan, lignin 이라 할 수 있다. 이들 成分은 堆肥의 野外 堆積時에는 물론 入床後 後醱酵 過程 및 양송이 發育 중에 많은 變化를 받는 것으로 風乾物에 대한 이들 含量은 Table 5와 같다. 이에 의하면 各種 炭水化合物의 成分은 점차적인 감소를 보이고 있으나 절대적인 量의 變化를 보기 위하여 全體灰分을 一定하게 놓고 환산한 結果는 Table 6 및 Fig. 5에 서 보는 바와 같다.

cellulose, pentosan, lignin이 모두 양송이 發育 過程을 통하여 감소하고 있으나 成分의 種類에 따라 감소되는 樣相이 약간 다르다. 즉 cellulose는 13%, pentosan은 25%, lignin은 40%만이 殘留

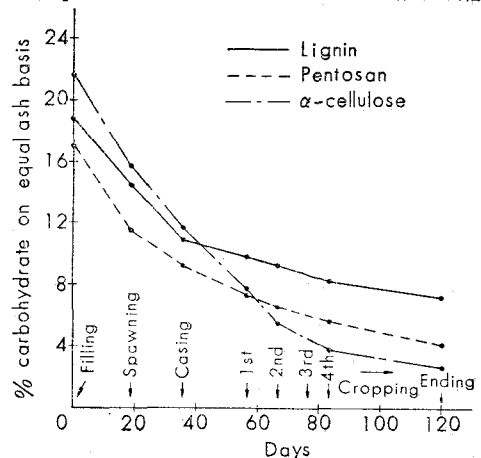


Fig. 5. Changes in lignin, pentosan and cellulose of composts during mushroom cultivation on equal ash basis.

한다는 계산이 나온다. 이 중에서 α -cellulose는 가장 큰 감소현상을 보였고 특히 양송이의菌絲發育이 왕성한時期인覆土 직후에 그減少率이 가장 큰 것 같았다. 이들高分子化合物은堆肥 중의醱酵微生物과 양송이菌絲에 의하여分解되어 이들微生物의 에너지給源으로 뿐만 아니라菌體形成에消費되는 것으로 생각된다. 그리하여廢床時의堆肥中에는 이들成分이 거의 소실되어 버린 것을 볼 수 있었다.

위에서 지적한 바와 같이 양송이의菌絲가發育함에 따라 α -cellulose의 감소율이 큰 것은 양송이의菌絲가強力한 cellulase의分泌力을 가진 때문이 아닌가 생각된다. 本實驗의結果는 대체적으로 Gerrits 및 Bels-koning¹⁸⁾의 보고와 부합되는 것으로 볼 수 있다.

양송이栽培에 있어서堆肥의 C/N率은 양송이의發育과收率에 큰 영향을 미치는因子로서堆肥의原料配合이나熟成過程에 대한 좋은尺度로 오래전부터 이용되어 왔다. 그리하여堆肥入床後 양송이栽培過程을 거치는期間 중 C/N率의變化를 계산하면 Table 5와 같다. 이에 의하면入床時의堆肥는 C/N率이 20.9이던 것이後醱酵過程중 크게 감소하여 18.2로 되었다가接種後 양송이의發育에 따라 점차적으로 감소하여廢床時에는 16.0으로 감소하였다. 이러한 경향은 다른研究者의보고와 잘 일치한다. 즉 Muller¹⁵⁾에 의하면入床時堆肥의 C/N率은 19.8이던 것이後醱酵에서 15.3으로 감소하고廢床時에는 13.4로 감소하였다.

Gerrits 및 Bels-koning¹⁸⁾의實驗에서도入床時 C/N率이 20.6이던 것이接種時에는 17.7로 되었고廢床時에는 16.4로 감소하였다.

양송이栽培時栽培床의成分變化는堆肥製造時의變化過程과 유사하다고 생각하고 있다.

堆肥製造는 흔히 “有機廢物의不完全한微生物分解”라定義되며, 양송이堆肥의製造時에는最初에存在하는有機物의半이 소실되어 C/N率은 25에서 15로 좁혀지는 것이라고 한다. 양송이栽培는堆肥成熟過程의연속으로서 양송이의菌絲가 우세한生物群으로作用할 뿐이고 이에 따라 C/N率의減少現象이 일어나는 것이다. 따라서堆肥熟成의理論은 양송이栽培에 있어서 매우 중요하며 다음과 같이 요약할 수 있다.

堆肥原料(뉘질, 無機物, 窒素源 및 물)에最初로中溫菌이發育하기 시작하면尿素 및有機態窒素가分解되어 암모니아를生成하고 또炭水化合物을分解한다. 이에 따라溫度가上昇하면高溫菌

이發育하기 시작하여 생성된 암모니아와多糖類中間代謝物質에서蛋白質의合成과菌體를形成하여微生物의世代가 연속된다. 이러한結果堆肥中の cellulose와 pentosan이 에너지源으로 소모되므로 lignin이相對的으로增加한다.

이때 lignin은未知的의機作에 의하여多窒素腐植複合體를形成하고殘留하는炭水化合物, 菌體와 아울러 양송이의營養源이 되는 것이다. 이를圖表로 표시하면 Fig. 6과 같다.

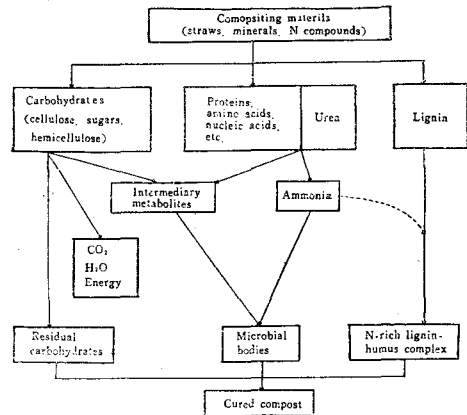


Fig. 6. Mechanism of compositing for mushroom cultivation.

6. 栽培床의 遊離還元糖 및 아미노酸의 變化

양송이栽培床에 있어서入床後廢床時까지水溶性인還元糖과 아미노酸의含量變化를 보면 Table 7 및 Fig. 7과 같다.

還元糖은入床직후에 24mg% 이던것이菌絲가蔓延되어覆土할時期에는 급격히增加하였고收穫期間 중 계속增加하는 경향을 나타내었다. 이들水溶性還元糖은堆肥 중의醱酵微生物이나 양송이에 대하여吸收가 용이한 좋은營養源으로 생각되며 이들生物에 의하여 많이利用됨에도 불구하고 양송이栽培 중 계속적으로 그의含量이增加한다는 것은 이들生物群에依한多糖類의加水分解가繼續的으로 일어나며 특히 양송이의菌絲가強力한纖維質分解酵素群을分泌하는 때문이라고 생각된다. 이는前述한 바와 같이 양송이栽培 중堆肥 중의 pentosan과 α -cellulose가繼續的으로 감소하였으며 특히 α -cellulose의減少率이 컸다는 사실로 미루어 보아도 쉽게 납득할 수 있는 일이다.

아미노酸은入床直後 15mg% 程度이었던 것이接種後부터 점차增加하였다가第2週期收穫後부터는 다시 감소하여廢床時에는 10mg% 수준을維持하였다. 이러한現象은還元糖의 변화과정과는

Table 7. Changes in free reducing sugars and amino acids of composts during mushroom cultivation

Stage	Reducing sugars(mg%)		Amino acids (mg%)	
	Fresh wt. basis	Equal ash basis	Fresh wt. basis	Equal ash basis
Filling	24.1	24.1	14.6	14.6
Spawning	21.9	18.2	14.5	12.1
Casing	70.9	48.2	32.6	22.1
1st cropping	71.2	47.2	40.8	27.1
2nd cropping	76.6	51.4	39.6	26.6
3rd cropping	95.0	65.2	27.5	18.6
4th cropping	113.2	79.0	15.4	10.7
Ending	141.3	96.4	14.0	9.5

*Reducing sugars were expressed as glucose equivalent and amino acids, as leucine equivalent.

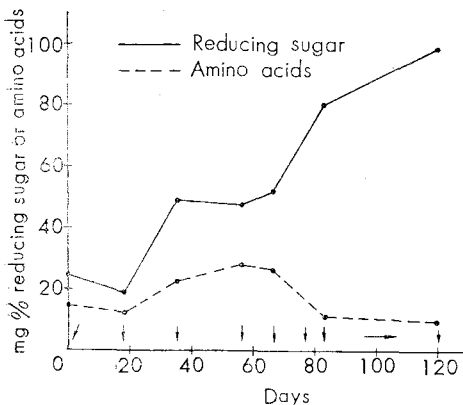


Fig. 7. Changes in free reducing sugars and amino acids of composts as converted to equal ash basis during mushroom cultivation.

다른 樣相으로서 아미노酸은 還元糖과 같이 醱酵微生物이나 양송이 菌絲에 대하여 利用이 容易한 營養源이지만 그의 給源은 蛋白質의 加水分解에 의한 것으로 그 生成過程이 還元糖과 다르기 때문이

Table 8. Composition of free amino acids in composts during mushroom cultivation (Unit: mole%)

Amio acids	Stage			
	Filling	Casing	1st cropping	Ending
Serine	6.1	6.5	7.8	9.0
Glutamic acid	30.4	28.5	25.7	20.2
Proline	—	8.8	34.0	57.6
Glycine	25.8	22.5	10.2	0.5
Alanine	37.6	32.5	20.8	9.7
Valine	—	0.4	0.7	0.8
Isoleucine	—	0.4	0.6	0.7
Leucine	—	0.4	0.5	0.6

아닌가 생각된다. 즉 堆肥 중의 醱酵微生物에 의한 蛋白質의 加水分解는 繼續 일어나지만 양송이 菌絲에 의한 加水分解는 매우 제한되어 있는 것이 아닌가 堆埋된다.

堆肥중의 遊離아미노酸의 組成은 양송이의 菌絲 發育 및 子實體形成에 매우 중요한 것으로 알려져 있다. 그리하여 堆肥와 양송이 子實體의 抽出物에 대하여 遊離아미노酸의 組成을 paper chromatography로 定性한 結果 그들의 分離가 容易하지 않았으나 다음과 같은 結果를 얻었다.

양송이 栽培用 堆肥에 있어서 入床直後의 것에서는 alanine, glutamic acid, glycine, serine 등이 檢出되었으나 種菌接種후 覆土時부터 proline이 나타나기 시작하여 廢床時에는 가장 높은 濃度를 보여 주었다. 또한 覆土時부터 微量의 valine, leucine, isoleucine등이 나타났으나 그들의 확인이 매우 곤란하였다. 한편 入床時에 많았던 alanine과 glycine은 양송이 栽培에 따라 그의 相對的 濃度가 크게 감소하였다. 標準아미노酸과 廢床時 유리아미노酸의 아미노酸 自動分析器에 의한 溶出 pattern은 각각 Fig. 8, 9와 같으며 이에서 mole %에 의한 組成比를 보면 Table 8과 같다.

堆肥의 아미노酸에 대해서는 Delmas 및 Poitou²¹⁾의 보고에 잘 나타나 있으며, 그들은 15個의 重要 아미노酸을 分離, 定量하였던 바 그들의 含量은 glutamic acid, aspartic acid, alanine, glycine, serine, threonine 등의 順序로 存在한다고 하였다. 本 實驗에서도 glutamic acid, proline, serine 및 alanine의 含量은 다른 아미노酸에 比하여 顯著하게 많이 含有되어 있음을 볼 수 있다. Fraser²⁰⁾는 *Psalliota bispora*에 있어서 phenylalanine과 methionine은 그 成長을 크게 促進시킨다고 하

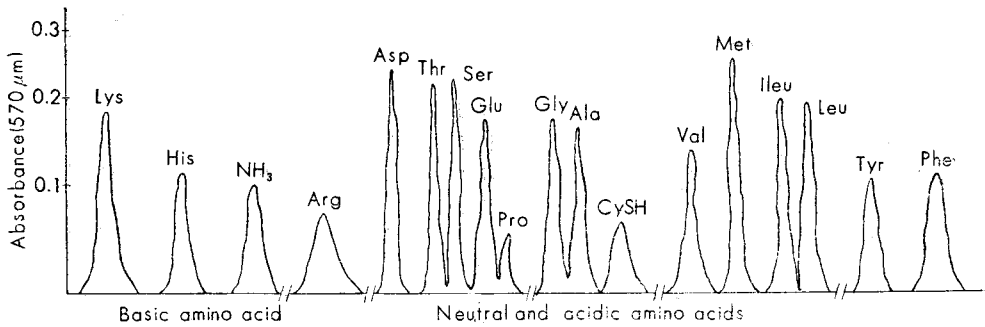


Fig. 8. Elution pattern of standard amino acids

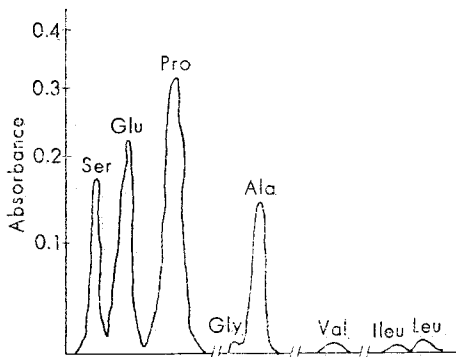


Fig. 9. Elution pattern of free amino acids in composts at the ending stage.

였고 Piguemal등²²⁾은 *Agaricus bisporus*에 대하여 glutamic acid는 優秀한 窒素源이며 炭素源으로도 利用이 可能하다고 하였다. 따라서 아미노酸 중에는 양송이의 菌絲發育이나 子實體形成에 있어서 營養源으로 또는 生長 促進劑로서 重要な 作用을 가지는 것이 存在할 것으로 생각되므로 이에 관한 研究가 더 追究되어야 할 것이다.

7. 栽培床의 無機成分의 變化

양송이 栽培중 栽培床의 全灰分量은 繼續적으로 增加하였으나 (Table 3참조) 이는 前述한 바와같이 有機物의 消失에 依한 相對的인 濃度の 增加現象이며 실제로는 양송이를 收穫할때 子實體로 少量이 移動, 除去되므로서 絕對量은 감소하는 것이다. 한편 이들 無機物 중 重要하다고 생각되는 P, K, Na, Cu, Zn의 含量變化를 보면 Table 9와 같다.

P는 入床時 固形物의 0.8% 程度이었으나 栽培중 계속적으로 少量式 감소하는 傾向을 나타 내었다. 堆肥 중 P는 無機態와 有機態로 存在하는 것으로 생각되며 Bretzloff 및 Fluegel의 보고¹⁷⁾에 의하면 堆肥熟成 過程의 進展에 따라 全體 P에 대한 可溶性 P의 比率이 감소하고 양송이 發育中에는 이 比率이 거의 一定하여 45% 水準을 유지하였다 따라서 P는 다른 營養素와는 달리 堆肥熟成에 따라 利用率이 감소한다고 推理하였다.

K와 Na는 入床時 固形物의 1% 정도를 차지하고 있던 것이 양송이 栽培에 따라 K와 Na는 큰變化가 없었다. Bretzloff 및 Fluegel의 보고¹⁷⁾에 의하면 양송이 栽培 중 K는 減少하였고 Na는 增加하는 傾向이 있었다.

Table 9. Mineral content of composts during mushroom cultivation

Stage	P(%)	K(%)	Na(%)	Cu (mg%)	Zn (mg%)
Filling	0.81	1.05	0.86	5.9	81.3
Spawning	0.78	1.10	0.97	..8	62.5
Casing	0.67	1.41	0.93	5.9	60.5
1st cropping	0.65	1.58	0.87	6.6	56.5
2nd cropping	0.67	1.56	0.84	11.9	58.9
3rd cropping	0.65	1.51	0.80	14.2	60.2
4th cropping	0.64	1.48	0.75	18.0	65.7
Ending	0.61	1.34	1.16	16.8	72.0

*means of 3 determinations on dry weight basis

微量元素로서 Cu 는 入床時 固形物의 6mg% 던 것이 양송이 栽培에 따라 점차적으로 增加하여 18 mg%까지 到達하였으며 양송이 子實體중의 Cu 含量이 매우 적은 것으로 보아 Cu 는 양송이 栽培에 큰 문제가 되지 않는 것 같다.

한편 Zn은 入床時 固形物의 80mg%이던 것이 양송이 栽培에 따라 60mg% 程度로 감소하였으며 이를 全體灰分量을 基準으로 하면 30mg% 水準까지

감소하는 계산이 된다.

이러한 사실은 양송이 子實體 中の Zn含量이 Cu 보다 훨씬 높은 것으로 보아도 理解할 수 있으며, Zn 은 양송이의 發育에 있어서 중요한 微量元素로 간주된다.

8. 양송이의 化學成分

같은 栽培床에서 收穫週期가 다른 양송이의 化學成分을 分析한 結果 Table 10과 같다.

Table 10. Chemical analyses of mushrooms from different cropping time

Constituents	1st crop	2nd crop	4th crop	Reference ⁶⁴⁾
Moisture(%)	93.3	93.1	93.8	88.7
Crude protein (%)	1.28	1.29	1.31	2.7
Crude fat (%)	0.86	0.45	0.42	0.9
Crude ash (%)	0.82	0.76	0.73	0.9
Crude fibre (%)	nil	nil	nil	0.9
Phosphorus (%)	0.13	0.16	0.17	0.103
Potassium (%)	0.27	0.33	0.31	0.322
Sodium (%)	0.11	0.04	0.04	0.012
Copper (mg%)	0.68	1.04	0.72	
Zinc (mg%)	5.5	3.8	5.3	
pH	6.8	7.1	6.5	
Free reducing sugars (mg%)	88.6	85.2	70.9	
Free amino acids(mg%)	60.2	60.4	66.3	

*means of 3 determinations on fresh weigh basis

이에 의하면 收穫週期에 따라 一般적으로 큰 差異는 없었다. 다만 粗脂肪, 遊離還元糖과 Na 含量은 初期收穫의 양송이에서 높았으나 오히려 遊離아미노酸, P에 있어서는 後期收穫의 것에서 약간 높은 값을 보여 주었다. Bretzloff 및 Fluegel의 보고¹⁷⁾에 의하면 後期收穫의 양송이에서 K와 電導度가 增加하였다고 한다. 그러나 이러한 成分의 差異가 어떠한 重要性을 갖는 것인지 아직 說明할 수가 없다. 다만 양송이의 收穫量과 이들 成分의 含量을 알므로써 이를 栽培床 堆肥에서의 營養分의 消失과 關聯시켜 보면 매우 흥미있는 結果를 招來할 것으로 생각된다. 이는 堆肥의 全體營養分을把握하므로써 그의 계산을 試圖할 수 있을 것이다.

양송이 中の 遊離아미노酸으로는 alanine, serine, glutamic acid, threonine, glycine, proline, valine 이 確實히 分離, 同定되었으며 aspartic acid, methionine, isoleucine, lysine 도 存在하였으나 微量이므로 定量은 매우 곤란하였다. 또한 未知化合物이 2~3개 발견되었으나 蛋白質의 構成아미노酸은 아닌 것으로 생각된다. 이들 유리아미노酸의 paper chromatogram과 column에 의한 溶出 pattern

은 각각 Fig. 10, 11 과 같으며 이들의 定量결과는 Table 11과 같다.

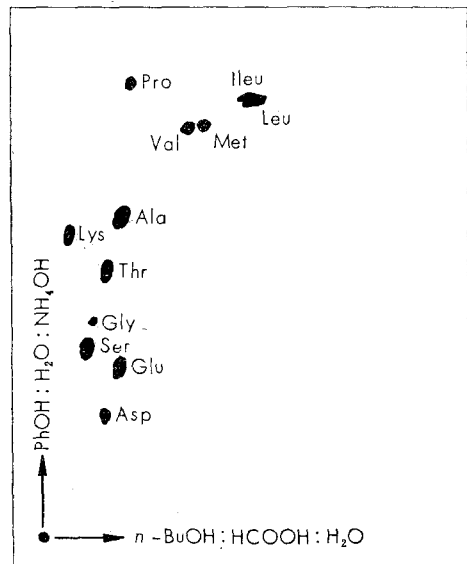


Fig. 10. Paper chromatogram of free amino acids in cultivated mushroom.

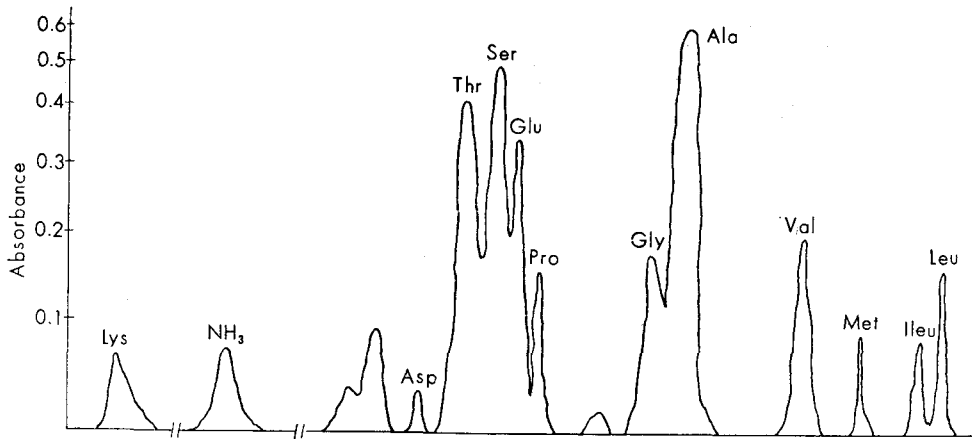


Fig. 11. Elution pattern of free amino acids in cultivated mushroom.

Table 11. Composition of free amino acids in the mushroom from first cropping

Amino acids	mole %
Aspartic acid	0.7
Threonine	15.2
Serine	23.7
Glutamic acid	12.5
Proline	5.2
Glycine	4.4
Alanine	29.7
Valine	3.2
Methionine	0.7
Isoleucine	0.8
Leucine	1.9
Lysine	1.9

Renard 및 Casimir⁵⁸⁾는 *Agaricus* 系統에서 20여 종류의 아미노산을 분리하였으며 Delmas 및 Poitou²¹⁾와 Pipuemat^등²²⁾도 양송이 중의遊離 아미노산을 定性·定量的으로 分析한 바 있다.

이들 遊離아미노산은 nucleotide 와 아울러 양송이의 香味成分으로 매우 중요한 것으로 알려져 있고 堆肥의 成分과 關聯시켜 이들 呈味成分의 變化를 調査함은 매우 흥미있는 課題가 아닌가 생각한다.

要 約

양송이 栽培中 栽培床 堆肥의 成分變化를 把握하기 위하여 양송이의 大規模 生産 條件下에서 堆肥入床後 收穫이 끝나는 廢床時期까지의 栽培床堆肥 및 양송이 子實體의 여러가지 成分을 分析하여 다음과 같은 結果를 얻었으며 栽培床 堆肥의 熟成

機作을 提示하였다.

- 1) 栽培床 및 培養室의 溫度變化와 양송이의 收量を 週期別로 調査하였고 全體收량은 15.6 kg/m²이었다.
- 2) 入床直後の 堆肥는 pH 8.2 이었으나 覆土時期부터 pH 6.4로 떨어져 廢床時까지 維持되었다.
- 3) 栽培床 堆肥의 一般成分을 固形物 基準으로 볼 때 灰分은 增加하였으나 全窒素, 에틸 抽出物, 粗纖維는 계속으로 감소하였으며 결국 有機物의 감소하였으며 결국 有機物의 감소를 초래하였다.
- 4) 栽培床 堆肥의 全窒素는 계속적으로 감소하였으며 不溶性 窒素의 減少量이 水溶性 窒素보다 더 컸고, C/N率은 最初 21이던것이 16으로까지 점차적으로 감소하였다.
- 5) 栽培床 堆肥의 炭水化合物중 α -cellulose, pentosan, lignin 은 각각 87%, 75%, 60%씩 소실되었으며 특히 α -cellulose는 覆土直後에 크게 減少하였다.
- 6) 栽培床 堆肥의 遊離還元糖은 계속적으로 增加하였고, 遊離아미노酸은 收穫初期까지 增加하다가 廢床時에는 다시 감소하였다. 入床時의 堆肥에는 alanine, glutamic acid, glycine, serine 이 檢出되었으나 양송이 栽培에 따라 glycine은 크게 감소하는 反面 proline이 크게 增加하였다.
- 7) 栽培床堆肥의 無機元素 중 P, Zn은 감소하는 경향이 있고, Cu은 增加하는 경향이있으며 K, Na은 큰 變化가 없었다.
- 8) 收穫週期가 다른 양송이의 一般成分, 無機成分, 遊離還元糖 및 아미노酸을 分析 比較한

結果 큰 차이가 없었으나 粗脂肪, 還元糖, Na含量은 初期收穫의 것에서, 아미노酸·P은 後期收穫의 것에서 약간 높았다. 양송이중의 遊離아미노酸으로는 alanine, serine, threonine glutamic acid를 爲始하여 12種이 檢出되었다

9) 本實驗으로 栽培床 堆肥의 熟成 과정은 中溫菌에 의한 암모니아의 生成과 炭水物化의 분해에 이어 高溫菌에 의한 蛋白質合成, 菌體形成 그리고 多窒素 lignin 腐植複合體를 形成하고 이들 成分이 殘留하는 炭水化合物과 함께 양송이의 營養源을 이루게 되는 熟成機作을 뒷받침 할 수 있었다.

引用 文 獻

- 1) Styer, J.F.: Am. J. Botany, 15, 246. (1928)
- 2) Styer, J.F.: Am. J. Botany, 17, 983. (1930)
- 3) Waksman, S.A. and Nissen, W.: Am. J. Botan, 19, 514. (1932)
- 4) Sinden, J.W. and Hauser, E: Mushroom Sci. 2, 123. (1953)
- 5) Stoller, B.B.: Econ. Botany, 8, 48. (1954)
- 6) Burows, S.: Ann. Rept. Mush. Res. Sta. Chemistry Dept., 1946-48, 44-63(1949)
- 7) Burrow, S.: Ann. Rept. Mush. Res. Sta. Chemistry Dept., 1949, 16-39 (1950)
- 8) Burrows, S.: Ann. Rept. Mush. Res. Sta. Chemistry Dept., 1950, 14-25 (1951)
- 9) Flegg, P.B.: Ann. Rept. Mush. Res. Sta. Chemistry Dept., 1951, 17-20 (1952)
- 10) Flegg, P.B.: Ann. Rept. Mush. Res. Sta. Chemistry Dept., 1952, 8-9 (1953)
- 11) Stoller, B.B.: Plant physiol., 18, 397 (1943)
- 12) Treschow, C.: Dansk. Bot. Arkiv., 11, 1 (1944)
- 13) Humfeld, H. and Sugihara, F.: Mycologia, 44, 605 (1952)
- 14) Allison, W.H. and Kneebone, L.R.: Mushroom Sci. 5, 81 (1962)
- 15) Muller, F.M.: Mushroom Sci, 6, 213 (1967)
- 16) Bels-koning, H.C.: Mushroom Sci. 5, 30(1962)
- 17) Bretzloff, C.W. and Fluegel, M.S.: Mushroom. Sci. 5, 46 (1962)
- 18) Gerrits, J.P.G. and Bels'Koning, H.C.: Mushroom Sci. 6, 225 (1967)
- 19) O'Donoghue, B.C: Mushroom Sci. 6, 245
- 20) Fraser, I.M. Mushroom Sci, 3, 190 (1956)
- 21) Delmas, J. and Poitoe, Nicole: Mushroom Sci., 6, 193 (1967)
- 22) Piquemal, M., Latche, J.C. and Baldy, P. Mushroom Sci. 7, 413 (1970)
- 23) 박종문, 신관철, 박용환 : 1967년도 試驗研究 보고서(식물환경연구소) 7-15 (1968)
- 24) 박종문, 박용환, 윤철순 : 1967년도 시험연구 보고서(식물환경연구소), 7-23 (1963)
- 23) 박종문, 윤철순, 박용환 : 1967년도 시험연구 보고서(식물환경연구소), 7-35 (1968)
- 26) 박종문, 윤철순, 박용환 : 1967년도 시험연구 보고서(식물환경연구소), 7-42, (1968)
- 27) 박종문, 박용환, 윤철순 : 1967년도 試驗研究 보고서(식물환경연구소), 7-51 (1968)
- 28) 김영섭, 박종문, 신관철, 김광조, 김치영, 정정자 : 1968년도 試驗研究보고서(식물환경연구소), 7-48 (1969)
- 29) 김영섭, 박종문, 신관철, 김광포, 정정자 : 1968년도 시험연구보고서(식물환경연구소), 7-61 (1969)
- 30) 김영섭, 박종문, 신관철, 김광포, 정정자, 김치영 : 1968년도 시험연구보고서(식물환경연구소) 7-83 (1968)
- 31) 김영섭, 박종문, 신관철, , 정정자 : 1968년도 시험연구보고서(식물환경연구소)7-102 (1969)
- 32) 김영섭, 김동수, 신관철, 김광포, 김종숙 : 1969년도 시험연구 보고서(식물환경연구소) 제2편 7-45 (1970)
- 33) 김영섭, 김동수, 신관철, 김종숙 : 1969년도 시험연구보고서(식물환경연구소) 제2편 7-77 (1970)
- 34) 김영섭, 김동수, 신관철, 김광포, 김종숙 : 1969년도 시험연구보고(식물환경연구소 제2편 7-101 (1970)
- 35) 김영섭, 김동수, 신관철, 김광포, 김종숙 : 1969년도 시험연구보고서(식물환경연구소) 제2편 7-124 (1970)
- 36) 김영섭, 김동수, 신관철, 김광포, 김종숙 : 1969년도 시험연구보고서(식물환경연구소)제2편 7-1 39(1970)
- 37) 김영섭, 김동수, 신관철, 김광호, 김종숙 : 1969년도 시험연구보고서(식물환경연구소)제2편 7-156 (1970)
- 38) 김영섭, 김동수, 박용환, 박원목, 김교수 : 1969년도 시험연구보고서(식물환경연구소)제2편

- 7-167 (1970)
- 39) 김동수, 박용환, 박원목 : 1969년도 시험연구 보고서(식물환경연구소) 제2편 7-175 (1970)
 - 40) 신관철, 김광포, 오병열 : 1970년도 시험연구 보고서(식물환경연구소) 제2편 7-1097(1971)
 - 41) 신관철, 김광호, 오병열 : 1970년도 시험연구 보고서(식물환경연구소) 제2편 7-1130 (1971)
 - 42) 신관철, 김광포, 오병열 : 1970년도 시험연구 보고서(식물환경연구소) 제2편 7-1133 (1971)
 - 43) 김영배, 김동수, 신관철, 오재섭, 임정남 : 1970년도 시험연구보고서(식물환경연구소)제2편 7-1155 (1971)
 - 44) 김동수, 박용환, 신관철, 박원목 : 1970년도 시험연구보고서(식물환경연구소) 제2편 7-157 (1971)
 - 45) 신관철, 오병열 : 1970년도 시험연구보고서(식물환경연구소) 제2편 265 (1971)
 - 46) 김광포, 조왕수 : 1972년도 시험연구보고서(식물환경연구소) 제2편 269 (1973)
 - 47) 김동수, 차동열, 이호영 : 1972년도 시험연구 보고서(식물환경연구소) 제2편 272 (1973)
 - 48) 신관철, 김광포, 오병열, 김동수 : 농사시험연구보고, 14 (식물환경) 107-118 (1971)
 - 49) 신관철, 김광포, 오병열, 김동수 : 농사시험연구보고 14 (식물환경) 119-126 (1971)
 - 50) 신관철, 김광포, 김동수, 김영섭 : 농사시험연구보고 14 (식물환경) 133-141 (1971)
 - 51) 京都大學 農學部 食品工學教室 : 食品工學實驗書 上卷 pp. 537-542. 養賢堂, 東京 (1970)
 - 52) 京都大學 農學部 食品工學教室 : 食品工學實驗書 上卷 pp. 371-372. 養賢堂, 東京 (1970)
 - 53) Renard, M. and Casimir, J.: Mushroom Sci., 2, 39 (1953)
 - 54) 東京大學 農學部 農藝化學教室 : 實驗農藝化學下卷 pp. 653-656 朝倉書店, 東京 (1959)
 - 55) Somogyi, M.: J. Biol. Chem., 195, 19(1952)
 - 56) Nelson, N.: J. Biol. Chem., 153, 375 (1944)
 - 57) 東京大學 農學部 農藝化學教室 : 實驗農藝化學下卷 pp. 51 朝倉書店, 東京 (1970)
 - 58) Chapman, H.D. and Pratt. P.F: Plants and Waters. univ, California. pp. 169-170 (1961)
 - 59) Black. C.A (Ed.): Am. Soc. Agronomy, pp. 1022-1034 (1965)
 - 60) Pawluk, S.: Atomic Absorption Newsletter. 6(3), 53-56 (1967)
 - 61) Lambert, E.B. and Humfield, H.: USCA Circ. 507. 1-11 (1939)
 - 62) Flegg, P.B.: Rep. Glasshouse Crops Res. Inst., 125-134 (1960)
 - 63) Lambert, E.B.: J. Agr. Res., 62, 415 (1941)
 - 64) US Dept. Health. Education and welfare and. FAO: Food Composition Table for use in East. Asia, pp. 56 (1970)