

## 米穀貯藏中 Fungus 侵害 判定에 관한 研究

河永來 · 金明燦\* · 金正玉 · 沈奇煥\*

(韓國煙草研究所, 慶尙大學 食品加工學科\*)  
(1979년 1월 18일 접수)

### The Quantitative Change of Chitin as a Criterion to Indicate Fungal Invasion to Rice Storage

Yeong-Lae Ha, Myeong-Chan Kim\*, Jeong-Ok Kim, Ki-Whan Sim\*

Korea Tobacco Research Institute, \*Dept. of Food Processing, Kyeong Sang National University  
(Received Jan. 18, 1979)

#### Abstract

In order to find out a reliable chemical indicator which can be used to tell whether rice, during storage, is invaded by fungi or not, 90 percent milled rice (Tongil) was stored at 26°C for 4 weeks and weekly analyzed for changes in several chemical components. The results were as follows:

1) Of several genera of fungi (*Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., and *Rhizopus* sp.) observed in stored rice after surface disinfection, *Aspergillus* sp. were the most frequent fungi.

2) Chitin content in the rice was 25 ug/g at the beginning of the experiment and increased proportionly with moisture content of the stored rice to become 1980 ug/g at 26.9% moisture after 4 weeks.

3) Non-reducing sugartended to decrease with increasing moisture content and or prolonged storage period.

4) Fat acidity showed a tendency of increase with rise in moisture content of the stored rice.

Consequently, changes in chitin content can be employed as a reliable measure to evaluate the quality of stored rice in connection with fungal invasion.

#### 緒 言

米穀이 增産됨에 따라 그 貯藏의 必要性이 더욱 要求되고 있다. 그러나 우리나라의 여름철은 高温 多濕하여 곰팡이나 세균 등의 微生物 侵害의 危險 度가 매우 높다.<sup>(1)</sup>

貯藏中 變質에 관하여 많은 研究를 한 Christensen 等<sup>(2-5)</sup>은 穀類 貯藏中에 微生物의 侵害는 生化學 的인 變化, 水分含量의 增加 및 溫度上昇 等 貯藏에 不利한 條件을 招來한다고 하였으며 Bamberg

等<sup>(6)</sup>은 米穀에 有害物質인 mycotoxin을 生成하는 곰팡이 즉 *Asp. flavus*, *Asp. fumigatus*, *pen. islandicum*을 分離 報告하였다.

곰팡이는 貯藏穀類의 品質을 低下시키는 가장 重要한 要因으로서, 곰팡이 侵害 程度를 測定하여 貯藏穀類의 損傷 程度를 評價하는 하나의 基準으로 利用하는 수도 있다. Christensen 等<sup>(7)</sup>은 小麥 貯藏中에서의 곰팡이 侵害 程度를 推定하는 微生物學的인 方法을 研究했다. 그러나 이 方法은 곰팡이의 胞子が 形成되어야만 하고 菌糸에 의한 推定은 不可能하였다. 一般의 貯藏穀類를 sodium

hypochlorite로 表面 殺菌한 後 一定한 條件으로 培養한 다음 穀類內에 存在하는 곰팡이의 種類를 調査하여 品質의 程度를 評價하고 있지만 그 結果를 얻는데 5 내지 7 日의 時日을 요하고 또한 그 結果는 侵害한 곰팡이의 種類나 生菌糸는 測定되지만 死菌糸는 測定되지 않는다. 最近 穀物 加工 및 貯藏에서는 곰팡이 侵害 程度를 보다 正確하고 迅速하게 測定하는 方法을 要하고 있는 實情이다.

1933年 Elson과 Morgan<sup>(8)</sup>이 chitin의 定量 方法을 確立한 以後로 glucosamine 定量은 곰팡이의 貯藏穀類 侵害程度를 評價하는데 利用되고 있다. 이와 같은 外部的인 方法은 곰팡이 細胞壁의 構成成分인 chitin을 定量하는 것으로 生菌糸나 死菌糸를 測定하지만 어떤 種類의 곰팡이에 의해서 生成된 것인지는 現在까지 알 수 없다.

N-acetyl-D-glucosamine의 重合體인 chitin은 高等植物이나 穀類에서는 거의 存在하지 않거나 少量 存在하지만 大部分의 곰팡이 細胞 構成成分이다. <sup>(2,9-12)</sup> 비록 그 量은 菌種, 生長培養條件 등에 따라서 다르지만, <sup>(13)</sup> glucosamine을 定量하면 穀類에 侵害한 곰팡이의 量을 測定하는에는 이상적인 方法일 것이다.

Golubchuch 등<sup>(14,15)</sup>이 곰팡이의 侵害 程度가 다른 5種의 小麥에서 chitin의 含量을 定量하여 貯藏 小麥의 品質 低下를 診斷할 수 있다고 했으나 그 方法이 너무 複雜하였다. Arima와 Uozumi는<sup>(16)</sup> koji에서 菌糸의 量을 成功的으로 定量했고 Ride와 Drysdale<sup>(17)</sup>는 토마토의 *Fusarium oxysporium*, *Fusarium lycopersici*의 侵害 程度를 測定하기 위하여 酵素的인 方法으로 glucosamine을 定量하였고, 또한 이들은 이것을 應用하여 chitin을 알칼리로 分解하여 3-methyl-2-benzothiazolone hydrazone (MBTH)으로 比色하는 定量法을 開發하였다. Donald<sup>(9)</sup>는 옥수수와 大豆 貯藏中에 곰팡이 生長에 의한 chitin을 Ride<sup>(18,19)</sup> 등의 方法에 의하여 研究한 바 있다.

우리나라에서도 金 등<sup>(1)</sup>의 貯藏 米穀의 變質 原因이 되는 微生物에 관한 研究가 있지만 곰팡이 侵害 與否의 判定에 관한 研究는 아직 報告되지 않았다.

이 研究는 곰팡이 侵害 與否를 判定하기 爲하여 水分 含量을 달리한 米穀貯藏 條件에서 일어나는 chitin, 色, 非還元糖 및 脂肪酸度의 變化에 관하여 實驗하였던 바 그 結果를 報告하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 試料

農村振興廳 作物試驗場 慣行 試驗園地에서 生産 (1977年産)된 統一벼를 白米로 搗精하여 試料로 하였다.

### 2. 試料의 貯藏

試料 1.5 kg을 polyethylene봉지에 넣고 여기에 殺菌水를 적당량씩 添加하여 4°C의 냉장고에 2日 間 貯藏하면서 水分을 쌀알에 골고루 吸濕시키기 爲하여 가끔 흔들어 주었다. 3日째 攪집어 내어 一部는 水分定量用으로 使用하고 나머지는 Fig. 1과 같은 plastic 바구니에 담아서 26°±1°C가 維持되는 growth cabinet에서 28日間 貯藏하였다. 相對濕度를 80~85%를 維持하기 爲하여 plastic 바구니 상하에 포화 황산암모늄 溶液을 넣었다. 그리고 大氣中의 CO<sub>2</sub> 濃度를 維持하기 爲하여 80~85%의 相對濕度를 맞춘 공기를 2日에 한번씩 供給하였다.

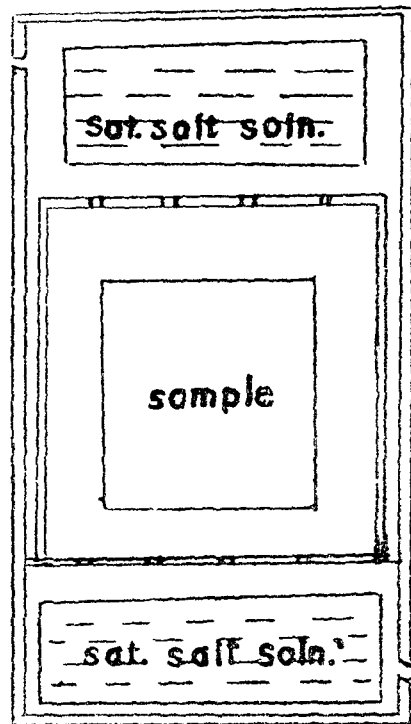


Fig. 1. Schematic Structure of Humidistat Chamber to Store Rice.

### 3. 分析方法

(1) 水分 방법에 따라 105°C에서 24시간 乾燥하여 水分의 含量을 求하였다.

(2) 곰팡이의 分類 貯藏試料를 채취하여 1% sodium hypochlorite溶液에 1分間 表面殺菌 後 殺菌水에 4回 洗滌한 다음 tomato juice salt agar<sup>(20)</sup>로 27°C에서 4日間 培養하고 standard taxonomic key<sup>(21)</sup>로 分離하였다.

(3) 非環元糖 A. O. A. C法<sup>(22)</sup>에 준하여 分析하였다.

(4) 脂肪酸度 A. O. A. C定<sup>(23)</sup>에 준하여 試料 100 g을 中和하는데 소요되는 KOH mg數로 表示하였다.

(5) 色度の 測定 試料를 stainless steel miller에서 分쇄하여 40 mesh 篩를 通過시켜 Color and Color Difference Meter로 C. I. E system으로 表示하였다.<sup>(24)</sup>

(6) Chitir의 定量 Donald와 Mirocha의 方法<sup>(9)</sup>에 준하여 다음과 같이 分析하였다.

1) 試料의 加水分解(chitosan) : 試料 0.2 g을 30 ml autoclavable centrifuge tube에 넣고 5 ml KOH (120 g/100 ml H<sub>2</sub>O)를 加하여 15分間 autoclave한 후 0°C로 냉각하였다.

2) 溶液의 調製 : ice-cold 70% ethanol 8 ml 加하고 celite 溶液 1 ml (1g celite/20 ml 70% ethanol) 加하여 12,000 rpm에서 10分間 遠心分離하여 上清液을 버리고 40% ice-cold ethanol 8 ml 加하여 懸탁액을 만들고 다시 12,000 rpm에서 10分間 遠心分離한다. 상정액을 버리고 증류수 8 ml로 다시 懸탁액을 만들어 묽은 鹽酸으로 pH 2.0으로 調整하여 12,000 rpm에서 遠心分離하여 상정액을 버렸다.

3) 比色 定量 : 各 시험관에 KHSO<sub>4</sub> (5%, w/v) 와 NaNO<sub>2</sub> (5%, w/v)를 各各 1.5 ml 加하여 懸탁액으로 한 후 증류수로 10 ml로 맞추고 1.5 ml를 취하여 0.5 ml NH<sub>4</sub>SO<sub>3</sub>NH<sub>2</sub> (12%, w/v)을 加하여 잘 흔들고 0.5 ml 3-methyl-2-benzothiazolone hydrazone (MBTH, 0.5%, w/v)을 가하고 잘 흔들어 4分間 煮沸하고 冷却하여 1.5 ml FeCl<sub>3</sub> (0.5% w/v)을 가하여 30分間 방치한 다음 遠心分離하여 recording spectrophotometer (Hitachi)로 650 nm에서 吸光度를 읽었다. 이대 glucosamine-Hcl로 標準 曲線을 그려 그 含量을 求하였다.

### 結果 및 考察

米穀貯藏期間中 化學的인 變化에 의한 곰팡이 侵害 여부를 判定하기 위하여 水分 含量을 달리한 統一쌀을 相對濕度를 80~85%로 維持하면서 4주間 貯藏하여 곰팡이의 分布 및 그 化學的인 變化를 調査한 結果 4°C에서 2日間 水分의 含量을 測定시킨 후의 試料 水分含量은 14.5, 18.0, 22.3, 26.9%이었다.

Table 1에서는 貯藏期間中에 侵害한 곰팡이의 種類의 比를 表示한 것으로 이것은 貯藏期間中 各주마다 試料를 채취하여 1% sodium hypochlorite 溶液으로 1分間 殺菌한 後 tomato juice salt agar에서 4日間 培養한 結果이다. 貯藏期間동안 가장 侵害가 많았던 곰팡이는 *Aspergillus* sp. 이었고 다음이 *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. 의 順이었다. *Aspergillus* sp.는 水分의 增加에 의하여 分布가 낮아지는 傾向이었고 *Penicillium* sp.는 貯藏初期에 分布 比率이 높았다. 金등<sup>1)</sup>에 의하면 우리나라 米穀 變質에 가장 影響을 많이 미치는 곰팡이는 *Aspergillus glaucus* group이고 다음이 *Aspergillus candidus*, *peixiellium* sp., *Rhizopus* sp. 의 등이었다고 報告하였다. 또한 Tuite등<sup>(25)</sup>은 大麥 種子의 水分含量이 15~19%에서 *Aspergillus glaucus* group의 分布가 가장 많았다고 報告한 바와 같은 傾向

Table 1. Percentage of Mycoflora of Stored rice for Four Weeks at Different Moisture Content

Storage weeks	mold sp.	Moisture content (%)			
		14.5	18.0	22.3	26.9
1	<i>Aspergillus</i> sp.	70	75	95	45
	<i>Penicillium</i> sp.	30	25	5	50
	<i>Rhizopus</i> sp.	0	0	0	5
2	<i>Aspergillus</i> sp.	70	80	90	80
	<i>Penicillium</i> sp.	25	15	5	20
	<i>Rhizopus</i> sp.	5	5	5	0
3	<i>Aspergillus</i> sp.	75	80	90	90
	<i>Penicillium</i> sp.	20	20	10	10
	<i>Rhizopus</i> sp.	5	0	0	0
4	<i>Aspergillus</i> sp.	85	80	80	85
	<i>Penicillium</i> sp.	15	20	20	15
	<i>Rhizopus</i> sp.	0	0	0	0

이었다.

Chitin은 보통 곤충의 表皮에 存在하는 物質로서 大部分의 곰팡이菌系나 胎子에 存在한다. (12, 26) 一般의으로 Chitin은 glucosamine으로 加水分解한 후 deamination시켜 比色方法으로 測定한다. (8, 16, 19, 27) Fig. 2에서는 glucosamine을 3-methyl-2-benzothiozolonone hydrazone (MBTH)法으로 發色시켜 吸光度를 表示한 것으로 650 nm에서 最大 吸光度를 나타내고 있다.

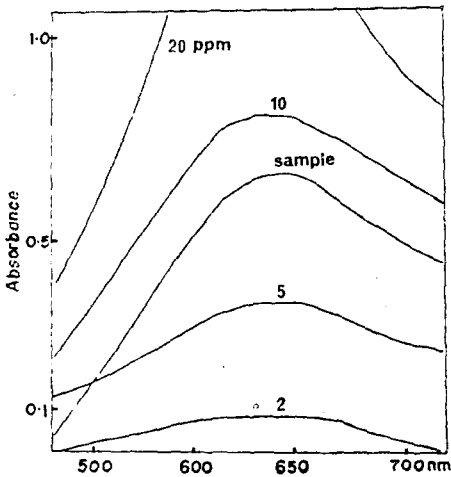


Fig. 2. Absorbance Spectra of Chitin Extracted from Stored Rice.

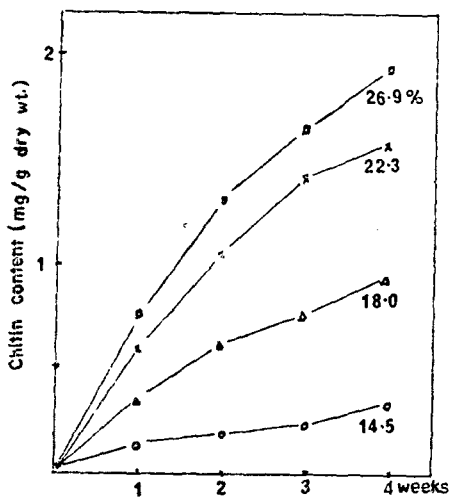


Fig. 3. Changes of Chitin Content, as Glucosamine, of Stored Rice for Four Weeks at Different Moisture Content.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 供試 統一쌀(9분도) 中の Chitin 含量은 25  $\mu\text{g}$ /乾物g을 表示하고 있는데 이것은 統一쌀의 構成成分인 glycoprotein에서 由來한 것이다. (28) 이와같은 Chitin의 含量은 穀類 種類의 特性으로서 그 含量에는 差異가 많다. 大麥에서는 glucosamine이 混雜하지만 紫雲英 種子에서는 0.051 g/乾物g인 것도 있다. (17) 水分의 含量이 높아지고 貯藏期間이 길어 질 수록 Chitin의 含量은 急激히 增加하고 있다(Fig. 3). 그리고 쌀 中の 水分 含量이 比較的 낮은 14.5%에서는 貯藏期間이 길어져도 그 含量의 變化에는 큰 差異가 없었지만 水分含量이 18.0% 이상으로 증가함에 따라 急激히 增加하고 있다. 이와같은 結果는 Donald 等(9)이 23.2%의 水分을 含有한 옥수수를 4 주 동안 貯藏한 結果 貯藏期間이 길어짐에 따라 急激히 增加한 結果와 類似하였다.

곰팡이의 侵害에 對한 水分의 影響을 調査하기 위하여 水分含量에 따른 chitin含量의 變化를 表示한 結果(Fig. 4)를 보면 水分의 含量에 따라 直線的으로 增加하고 있다. 26.9%에서 4週 貯藏後의 Chitin含量은 1,980 mg/g으로도 다른 水分含量에서보다 Chitin含量이 높고 14.5~18.0%에서도 變化幅이 큰 것으로 미루어 볼 때 chitin의 定量은 穀類加工 및 貯藏에서 곰팡이 侵害에 對한 하나의 指標로서 使用될 수 있을 것으로 思料된다.

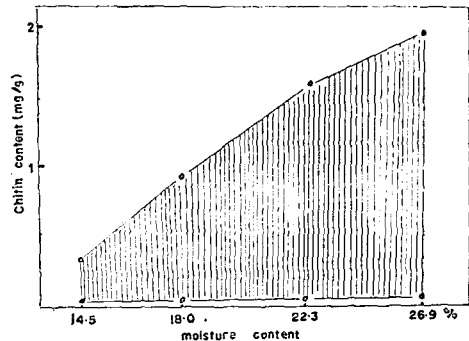


Fig. 4. Effect of the Seed Moisture Content on the Amount of Chitin in Stored Rice after Four Weeks.

Fig. 5에서는 貯藏期間 동안 非還元糖의 變化를 表示한 것으로 試料 自體에 非還元糖의 含量은 119 mg/乾物g이었으나, 水分의 含量이 比較的 낮은 14.5와 18.0%에서는 貯藏期間이 길어짐에 따라 감소하였으나 그 含量에는 큰 差異가 없었다. 그

러나 水分 含量이 22.3%와 26.9%에서는 貯藏期間이 길어짐에 따라 變化의 폭은 컸다. 이와같은 傾向은 Botomley 等<sup>(3)</sup>이 貯藏 옥수수에서 곰팡이의 侵害程度에 따라 非還元糖의 變化量이 다르고 水分의 增加에 의해서 非還元糖이 減少한다고 한 사실과 類似하다. 22.3%와 26.9%의 水分含量에 2주저장 후의 非還元糖 含量에서 差異가 있었던 것은 Botomley 等<sup>(2,3)</sup>이 *Aspergillus glaucus* group

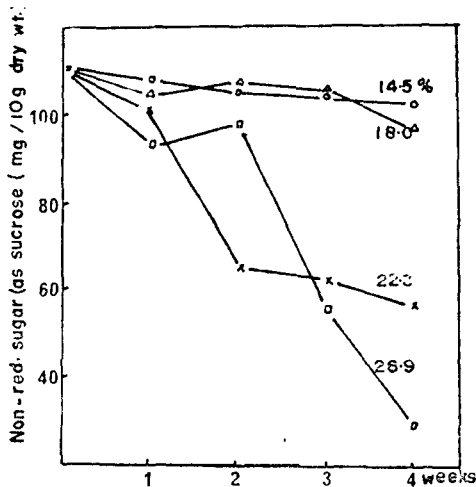


Fig. 5. Changes of Non-reducing Sugar of Stored Rice for Four weeks at Different Moisture Contents.

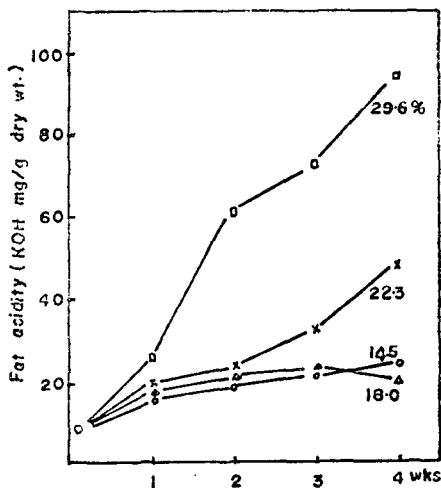


Fig. 6. Changes of Fat Acidity of Stored Rice for Four Weeks at Different Moisture Contents.

*Aspergillus flavus*, *Aspergillus Candidus*, *penicillium* sp., *Fusarium* sp. 보다 빠르게 非還元糖의 減少를 일으킨다고 報告한 점과 Table. 1에서 22.3%가 26.9%보다 *Aspergillus* sp.의 分布가 많았으며 또한 Tuite 등<sup>(25)</sup>은 19% 程度의 水分含量에서 *Aspergillus glaucus*의 分布가 많다고 報告한 점으로도 볼 때 이와같은 차이가 일어난 것으로 생각되나 앞으로 더욱 檢討하여야 할 것으로 생각된다.

試料 自體의 脂肪酸은 9.1 KOH mg/100g, dry, wt 였으나 (Fig. 6) 貯藏期間이 길어지고 水分含量이 增加함에 따라 脂肪酸度는 增加하였으나 26.9%의 水分含量에서는 다른 水分含量에서 보다 變化폭이 컸다. 貯藏期間中 脂肪酸度의 變化는 穀類의 變質을 意味하는 것으로 이와같은 現狀은 穀類中의 glyceride의 加水分解에 依하여 增加한다. (10,11) 加水分解는 곰팡이나 세균이 生成하는 lipase의 活性의 結果에 依한 것으로 (29-31) Milner 等<sup>(32-33)</sup>이 小麥의 貯藏中 微生物의 增殖과 더불어 脂肪酸度가 增加하고 Botomley 等<sup>(2)</sup>은 옥수수, Geddes<sup>(15)</sup>는 大豆, 그리고 christensen<sup>(4)</sup>은 棉實에서 脂肪酸度의 增加를 報告하였다. 脂肪酸度의 變化가 14.5, 18.0, 22.3%의 水分含量에서 比較的 적은 것은 Botomley 等<sup>(2)</sup>이 옥수수를 貯藏하는 동안 *Aspergillus flavus*, *Aspergillus Candidus*, *penicillium* sp., *Fusarium* sp., 等이 *Aspergillus glaucus* group 보다 脂肪酸度의 變化를 빠르게 誘導하며 Tuite 등<sup>(25)</sup>은 *Aspergillus glaucus*가 15~19%의 水分含量에서 分布가 많았다고 報告하였으며 Table. 2에서 22.3% 이하에서 比較的 *Aspergillus* sp의 分布가 많은 점으로 보아 22.3% 이하에서 脂肪酸度의 變化가 26.9% 보다 적지 않았는가 思料된다.

이와 같이 貯藏中 非還元糖이나 脂肪酸度의 變化가 일어나고 있기 때문에 Botomley 等<sup>(3)</sup>은 非還元糖과 脂肪酸度의 變化를 穀類의 變質에 대한 生化學的인 指標로 表示할 수 있다고 報告하였다. 그러나 穀類의 貯藏中에서 增加하는 水分含量과 本 試驗에서 나타난 結果를 比較하면 18% 이하의 水分含量에서는 그 變化 程度가 적기 때문에 米穀의 加工 및 貯藏에서 變質에 對한 하나의 指標로서 생각하는데는 상당한 問題點이 있다고 思料된다.

또한 Fig. 7에서는 貯藏中에서 일어나는 表面色갈의 變化 程度를 表示한 것으로서 CIE 色度<sup>(24)</sup>로 表示하였다. 貯藏前 試料의 表面色도는 主 波長이

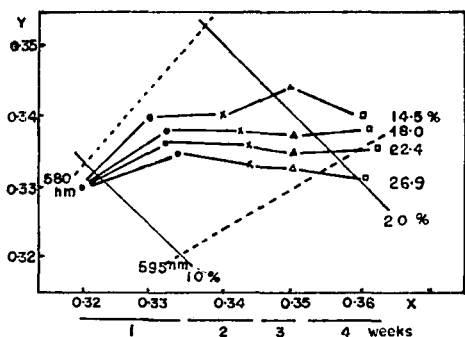


Fig. 7. Changes of the Chromaticity of Stored Rice for Four Weeks at Different Moisture

582 nm, 純도가 8%였으나, 貯藏期間이 길어지고 水分含量이 높아짐에 따라 主波長이 595 nm 쪽으로 기울어지고 純도가 높아져 갈색을 띄었다. 米穀表面 色度の變化는 곰팡이의 侵害에 의한 것 보다는 오히려 水分의 含量에 의한 影響이 큰 것으로 思料된다.

### 摘要

米穀貯藏中 곰팡이 侵害 與否를 chitin 定量法으로 判定하기 위하여 相異한 水分條件(14.5, 18.0, 22.3, 26.9%)에서 26°C를 維持하면서 4週 동안 貯藏한 後 米穀(統一)에 侵害한 곰팡이 및 化學成分의 變化를 1週 간격으로 調査, 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 表面殺菌 後에 나타난 곰팡이는 *Aspergillus* sp., *Penicilium* sp., *Rhizopus* sp., 였으며 *Aspergillus* sp.가 大部分이었다.

2) 統一쌀에 含有된 Chitin의 含量은 25 µg/g·Dry·wt이었으나 水分의 含量이 높아지고 貯藏期間이 길어짐에 따라 增加하였다. 29.6%의 水分含量에서 4週間에 生成된 Chitin의 量은 1955 µg/g·Dry·wt이었다.

3) 非還元糖의 含量은 水分의 增加와 貯藏期間이 길어짐에 따라 減少하였다.

4) 脂肪酸度는 水分의 增加와 貯藏期間이 길어짐에 따라 增加하였다.

5) 以上の 結果로 米穀 貯藏中 곰팡이 侵害에 의하여 敏感하게 變하는 Chitin 定量法이 利用될 수 있을 것으로 思料된다.

### 參考文獻

- 1) 金永培, 曹惠鉉: 韓國農化學會志, 17, (1) 54 (1973).
- 2) Bottomley, R. A. and C. M. Christensen and W. F. Geddes: *Cereal Chem.*, 27, 271(1950).
- 3) Bottomley, R. A. and C. M. Christensen and W. F. Geddes: *Cereal Chem.*, 29, 538 (1952).
- 4) Christensen, C. M.: *Cereal Chem.*, 28, 408 (1951).
- 5) Christensen, C. M.: *Cereal Chem.*, 32, 107 (1954).
- 6) Bamberg, J. R.: *J. Agr. Food Chem.*, 17, 443 (1952).
- 7) Christensen, C. M. and R. F. Drescher.: *Cereal Chem.*, 31, 206 (1954).
- 8) Elson, L. A., and W. T. J. Morgan: *Biochem. J.*, 27, 1824 (1933).
- 9) Donald, W. W. and C. M. Mirocha: *Cereal Chem.*, 54, 466 (1977).
- 10) 金教昌: 韓國農化學會志, 17 (2), 117 (1974).
- 11) 金教昌: 韓國農化學會誌, 17 (2), 125 (1974).
- 12) Mackadervan, P. R. and E. L. Tatum.: *J. Bact.*, 90, 1078 (1965).
- 13) Bartnicki-Garcia, S.: *A Rev. Microbiol.*, 22, 87 (1968).
- 14) Golubchuk, M.: *Cereal Chem.*, 33, 45 (1956).
- 15) Golubchuk, M., L. S. Cuendet and W. F. Geddes: *Cereal Chem.*, 37, 405 (1960).
- 16) Arima, K. and Uozumix.: *Agr. Biol. Chem.*, 31, 119 (1976).
- 17) Pusztai, A.: *Nature*, 20, 1328 (1964).
- 18) Ride J. P. and R. B. Dry sdale.: *Physiol. Plant Path.* 1 409~420. (1971)
- 19) Ride, J. P. and R. B. Dry Sdale *Physiol. Plant Path.* 2, 88~98 (1972).
- 20) Tuite, J. F.: *Burgess Pub. Co.*
- 21) Thoma, C. and K. B. Paper: *A manual of the Asp.* Willium [and ilkins Co. Baltimore Md. (1945).
- 22) Willium, H.: *A. O. A. C.* 11 the Ed. 131 (1970).
- 23) Willium, H.: *A. O. A. C.* 11 the Ed. 222 (1970).

- 24) Mackinney, G. and A.C. Little: *Color of Food*, the AVI Pub. Co. pp. 28~67 (1962).
- 25) Tuite, J.F. and C.M. Christensen: *Cereal Chem.*, **32** (1955).
- 26) Bartnicki-Garcia, S. and W.J. Nickenson: *Biochem. Biophysics. Acta*, **58**, 102 (1962).
- 27) Tracey, M.V.: *Biochem. J.*, **52**, 265 (1952).
- 28) Eriscon, M.C. and M.J. Chrispeels: *Plant Physiol.*, **52**, 98 (1978).
- 29) Lubert, D.J. and L.M. Smith: *Can. J. Research, F.*, **27**, 499 (1949).
- 30) Stiert, L.S.: *J. Bact.*, **105**, 88 (1976).
- 31) Loeb, J.R. and R.Y. Mayne: *Cereal Chem.*, **29**, 168 (1952).
- 32) Milner, M. and W.F. Geddes: *Cereal Chem.*, **24**, 182 (1947).
- 33) Milner, M. and W.F. Geddes and C.M. Christensen: *Cereal Chem.*, **31**, 143 (1954).