

穀協 慶北支部 技術指導叢書

벼의 收穫後 管理技術

(IDRC-053e, 1976, Canada)

第 三 輯

金 鍾 震 譯

"The International Development Research Centre (The Centre), established as a public corporation by statute of the Parliament of Canada, having its Head Office in the City of Ottawa, in the Province of Ontario, Canada, is the copyright holder of this work which was originally published in the English language.

This Korean language edition was authorized by the Centre and constitutes an unofficial translation of this work.

The International Development Research Centre disclaims all responsibility for any errors or omissions that may appear in this edition."

穀協 慶北支部 技術指導叢書

벼의收穫後管理技術

(IDRC - 053e, 1976, Canada)

第 三 輯

金 鍾 震 譯

© 1976 International Development Research Centre
postal Address; Box 8500, ottawa, canada K1G3H9
Head office; 60 Queen street, ottawa Microfiche
edition \$ 1
ISBN 0-88936-067-7

搗精技術指導叢書を 発刊하면서

稲作이 우리 나라에 普及된 以來 搗精技術에 對한 技術啓発은 70 年前까지는 論議된 바도 없었고 또 關心도 없었음은 周知의 事實이었다. 오늘날까지의 搗精方法은 “절구” → “방아” → “정미기” 에 의한 단순한 물리적方法에 依한 搗精에 그쳐온 것이다. 이로 인한 時間 및 勞力의 浪費 搗滅의 增大로 因한 收穫後의 減耗는 栽培上 増産과 矛盾을 가져온 것이다. 그러나 多幸히도 70 年代에 들어와 統一벼 栽培가 本格化되면서부터 搗精方法 및 搗精施設에 對한 關心度가 높아져 왔고 또 國內메이카에서 外産의 모방이나 新型機種의 製作이 이루어짐과 同時 全國에 普及되어 業界의 施設改善에 對한 關心度を 불러 일으켜 部分 및 地域적으로 大大的인 工場施設改修가 이루어지게 되었다. 그러나 不幸히도 施設現代化의 意慾과는 달리 搗精技術者의 養成은 全無한 實情으로서 이를 補完코자 關係當局의 主導下에 74 年度부터 現工場 就業 技術者에 對한 短期講習을 實施하고 있으나 이는 法規의 理解와 工場遵守事項의 周知를 啓導한 것에 지나지 못하였다. 當支部에서는 이 補完策으로 其間 年例事業으로 技術陣의 補修教育을 實施한 바 있으나 이렇다 할 實効를 거두지 못하였으며 現在의 技術陣은 其概가 高齡層으로서 後統技術陣의 昇繼는 絶望적인 現實이라 断定하여도 無理는 아니라고 본다. 近間 當局에서는 全國에 散在하는 大規模施設搗精工場을 統合 現代化 할려는 政策立案을 보게 되어 不遠 우리 나라의 搗精業界도 새로운 局面에 접어들게 되었음은 巨視적인 面에서 晩時之歎의 感은 없지 않으나 多幸스런 일이라 믿어 맞이하는 바입니다.

이번 当支部에서는 総会の 承認을 받아 캐나다, 오타와 國際開發
研究所에서 發刊한 本書(Rice Postharvest Technology)를 技術
指導叢書로서 採択하여 우리말로 發刊함에 있어 国内版翻譯을 許可
하여 주신 캐나다의 國際開發研究所와 本書製作에 많은 手苦를 하
여주신 英文版 著者들에게도 深深的 感謝를 드리며, 特히 本書翻譯
版이 当支部에서 發刊될 수 있도록 주선하여 주신 慶北大学校 総
長 徐 燾 珏 博士님에게 깊은 感謝를 드립니다.

끝으로 本書 翻譯에 있어 여러 가지 어려운 与件들이 많았으나
우리 나라 食糧問題들의 現實로 보아 搗精業界의 技術指導書로서
꼭 必要한 冊이기에 많은 無理(技術用語 및 國家間 慣習의 差)
와 訳者の 浅学菲才임을 自認하면서도 감히 붓을 들었음을 송구스
럽게 생각합니다.

本書翻譯内容에 있어 或 誤訳이 되었을 경우는 本校圖書館에 所
蔵된 英文版原書를 参照하시옵기 바라옵고 江湖諸賢의 따뜻한 指導
와 理解가 있으시기를 바랍니다.

1979. 10. 31.

代表理事 劉 昌 国
訳 者 金 鍾 震

第 三 輯

目 次

Ⅵ. 炊 煉 (Parboiling)	3
技 術	5
搗精前 處理	7
炊煉의 基礎原理	10
炊煉의 長短点	13
炊煉을 위한 正租의 條件	16
炊煉過程	16
炊煉하는 동안의 物理化學的 變化	17
炊煉의 原理	19
炊煉法	38
쌀의 營養價的 側面에서 본 炊煉의 效果	64
貯藏 동안에 일어나는 炊煉의 變化	73
炊煉에 所要되는 熱量計算	78
費用分析	83

VI. 炊 煉

技 術

쌀은 옛부터 主食으로 使用되어 왔으며 오늘날에는 世界人口의 半以上이 主食으로 使用하고 있다. 쌀은 왕겨와 강층(糠屑)을 除去하는 搗精에 의해서 얻어진다. (그림 94. 正租는 果皮, 種皮, 糊粉層으로 構成되어 있다) 搗精의 目的은 完全한 벼穀粒을 얻고 쌀날알을 거의 原形으로 保存하는데 있다.

正租의 어떤 品種은 伝來의 貧弱한 搗精條件이나 나쁜 氣候의 영향 또는 不安定한 搗精狀態에 依해 整粒米(米粒 또는 米粒조각)의 길이가 完全한 米粒 平均길이의 $3/4$ 以上이 되는 쌀)로서 收穫하지 못하는 境遇가 있다. 搗精하는 동안에 쌀이 부서지는 原因은 收穫前의 因子와 收穫後의 因子로 나눌 수 있는데 收穫前因子에는 品種의 特性, 農耕法의 숙련度, 環境상태등이 있으며 收穫後의 因子에는 機械的인 取扱과 乾燥途中 作業狀態의 不均一性 등이 있다.

어떤 正租品種에 있어서는 收穫後의 過程에서 어떤 적절한 注意를 한다 하더라도 매우 낮은 率의 整粒米를 生産하게 되는데 그 原因은 伝來의 貧弱한 搗精環境에 依한다.

이것을 防止하기 위해 아시아의 여러 나라 特히 인디아, 孟加拉, 파키스탄, 실론, 말레이시아, 태국 等地에서 搗精前 處理法이 研究 開發되어 왔다. (보라시오와 가리볼디 1965 : 존즈와 데일리 1933 : 존즈等 1946 ; 마츠 1959 ; 마쥔다르等 1960 ; 로버트等 1954 ; 시바나 1971)

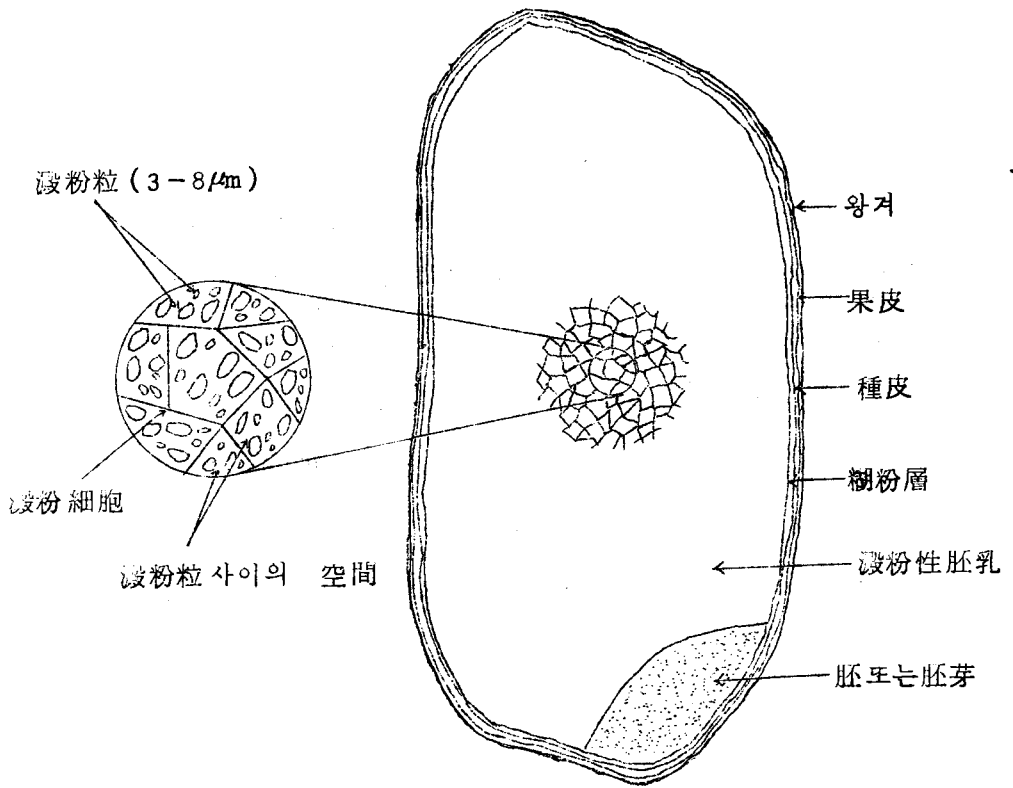


그림 94. 正租粒 종단면의 구조.

(Borasio and Gariboldi; 1965; Jones and Taylor 1933; Jones et al, 1946; Matz 1959; Mazumdar et al. 1960; Robert et al. 1954; shivana 1971)

[搗精前 處理]

搗精過程은 穀粒으로부터 많은 量의 비타민과 無機物을 損傷시킨다고 옛부터 알려져 왔기 때문에 搗精方式을 改善해서 營養가를 높이고 요리법을 改善하고 品質의 保存을 爲해 다른 形態의 正租 搗精前 處理法을 考案해 왔었다.

前處理된 正租를 搗精하므로써 얻어지는 쌀은 炊燥米로서 알려져 있는 反面에 處理하지 않은 正租를 搗精해서 얻어지는 쌀은 생쌀 혹은 白米로 알려져 있다.

다음에서 여러형의 搗精前 處理法을 叙述해 보기로 하자.

아타파法 (Atapa)

벵갈 (Bengal) , 인디아에서 由來하는 이 處理法은 正租를 24 시간 동안 室溫에서 水浸시킨 다음 햇볕에서 乾燥시킨다.(그래서 이 方法을 陽乾法이라고도 한다).

乾燥된 正租는 절구와 절구공이를 利用한 在來式 搗精方法이나 玄米機로서 搗精하며 , 많은 穀粒이 搗精中에 부서진다.

바람法 (Balam)

벵갈 (Bengal) , 인디아에서 開發된 이 處理法은 正租에 뜨거운 물을 뿌려주어서 갑작스런 膨脹에 依해 穀粒을 부풀도록 해줌으로 아타파法보다는 조금 良好한 편이다.

이 부분 正租를 햇볕에서 乾燥시키며 搗精할 때 왕겨는 쉽게 벗겨진다.

조쉬法 (Josh)

라카나 (Lakhana) , 파키스탄에서 開發된 이 處理法은 조쉬處理 (蒸餾) 을 하는 동안에 더러운 것을 없애기 위해 제일 먼저 正租를 거른다. 그後 大型포트에 精選된 正租를 채우고 燃料로 使用되어 지는 왕겨層 15 cm 上部에 물을 넣는다. 그리고 나서 포트에 蒸發도록 熱을 加한다. 그다음날 물을 비우고 난 후 正租를 얇은 鐵板위에 올려놓고 1 時間동안 二次加熱을 行한다. 그리고 나서 正租를 鐵板 밖으로 끄집어 내고 햇볕에 乾燥시킨다. 가끔 水浸할 때에 大型포트 대신에 鐵管을 使用하는 境遇가 있는데 , 이때에는 鐵管속의 물을 沸騰點까지 加熱하고 불을 끈 다음 精選된 正租를 8 時間동안 管속에 넣어두고난 後 물을 비우고 얇은 鐵板에서 熱을 加한다음 前述한 바와 같이 乾燥시킨다. 쌀이 半쯤 익어 있으므로 搗搗 中 쉽게 왕겨가 分離되어지며 , 穀粒의 破壞가 없다. 더우기 그런 過程을 거친 쌀은 保存力이 훨씬 좋아진다.

세라法 (Sela)

사하란푸르 (Saharanpur) , 인도에서 由來된 이 處理法은 正租를 室溫에서 24 ~ 28 時間동안 물에 담겨둔 다음 천천히 뜨거운 모래 (80 ~ 90 °C) 에 굽는다. 이 方法은 모래의 正確한 溫度와 굽는 時間의 判斷이 必要하다.

쌀을 태우지 않고 젖은 正租의 水分을 蒸發시킬 수 있는 充分한 熱을 供給해야 한다. 이 굽힌 正租는 햇볕에서 더욱 乾燥시

킨 후 搗精한다.

싯다法 (Siddha)

뱅갈, 인도에서 由來된 이 處理法은 正租를 室溫에서 24 時間동안 水浸한 다음 數分間 끓인 後 乾燥시키고 搗精한다. 여기에서 過度하게 水浸된 正租의 쌀은 어두운 색깔을 띄고 過度하게 끓여진 正租의 쌀은 거칠게 되며 과도하게 乾燥된 正租의 쌀은 搗精 處理가 不良하게 된다.

炊煉法 (Farboiling)

炊煉은 搗精前 處理의 質을 改善하기 爲해 가장 最近에 開發된 搗精前 處理法의 하나이다. 炊煉의 變形은 單純히 우연하게 만들어졌으나 機械的 搗精이 소개된 以後부터 炊煉은 存在할뿐만 아니라 炊煉은 經濟的이고 영양분 섭취의 利得도 있기 때문에 全世界에 퍼져나가기 시작했다 (가리볼리 1972 ; 쿠리엔 1964 ; Gariboldi ; 1972 ; Kurien 1964) 炊煉法의 起原에 對해서는 잘 알려지지 않았으나 일찌기 찬물이나 뜨거운 물에 넣고나서 乾燥시킨 다음 搗精을 한 그 以後부터 시작된 것 같다. 炊煉은 原來 脫穀한 穀粒을 깨끗하게 위생적인 處理를 하기 위해서든지 또는 炊煉의 硬化效果와 搗精質의 改善이나 또는 이 모든 것을 綜合하기 爲해서만 使用하여 왔다고 할 수 있다.

(키산 크리쉬 유디옥 1972 ; 쿠푸수와미 1972 ; Kisan Krishi Yantra Udyog 1972 ; Kuppuswamy 1972) .

그 過程을 第一 먼저 發明한 사람은 기록되어 있지 않지만 炊

煉法이 다른나라에 알려지기 오래 전에 인도에서 使用하고 있었다는 것은 의심할 여지가 없다 (고오스等 1960; Ghose等 1960).

이 炊煉法은 1940年 以後 大規模로 美國, 이탈리아, 英國領 기아나에서 使用되어 오고 있다.

[炊煉의 基礎原理]

炊煉을 함으로서 얻어지는 여러 長短点, 方法, 裝備와 炊煉米의 品質을 叙述하기 前에 먼저 正稈粒 그 自体의 構造를 살펴보기로 하자. 그림 95에서 생쌀과 炊煉米의 橫断面을 나타내었다 (國際 쌀 연구소 1969). 米粒의 大部分을 이루고 있는 胚乳는 主로 多角形의 澱粉粒으로 되어있으며, 澱粉粒 사이의 空間은 空氣와 水分으로서 채워져 있다. 搗精하는 동안에 米粒이 부서지는 原因은 벼가 成熟하는 동안에 空間, 틈, 그리고 갈라짐이 생겨나서 存在하기 때문이다. 이러한 부서짐은 空間이 채워지고 틈과 갈라진 간격이 접합되는 澱粉糊化에 의해 없어질 수도 있다.

澱粉의 膨大 (붓는 것)

正稈를 水浸시키면 澱粉粒사이로 물이 스며 들어가 水素結合에 의한 含水化合物을 이루는데 그것이 原因이 되어 澱粉粒이 膨大한다. 澱粉粒이 制限된 吸水力을 가지면서도 찬물에 膨大하는 것은 澱粉内の 아밀로즈와 아밀로펙틴 微粒子 사이에 水素結合이 存在하기 때문이다. 熱浸동안에 熱의 形態로 供給되는 에너지는 水素結

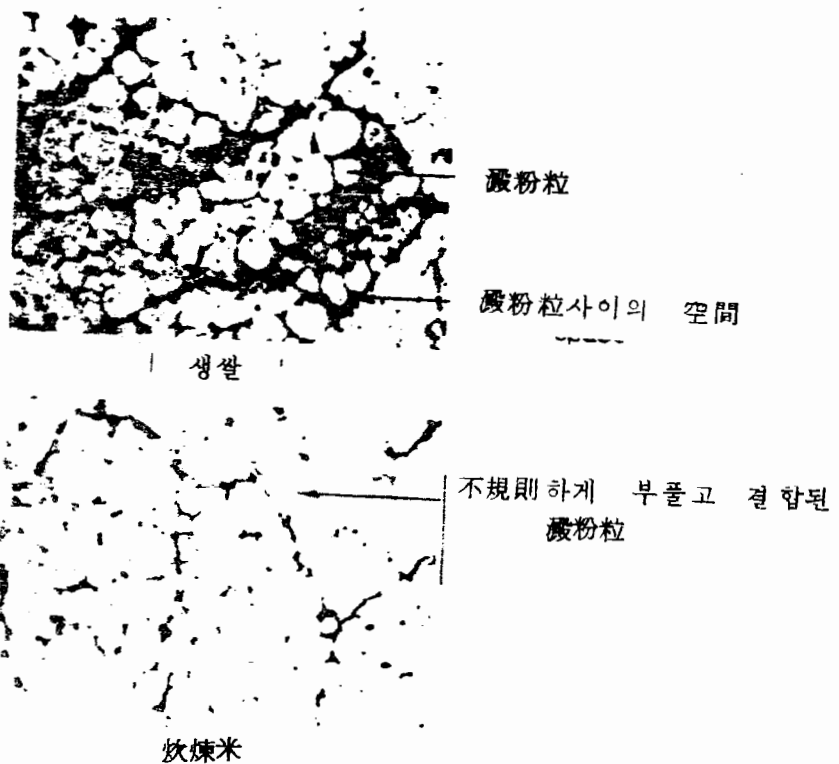


그림 95. 쌀胚의 橫断面.

습을 破壞시켜 澱粉粒 構造를 弱화 시키므로 澱粉粒에 依한 吸水
 가 더 많은 表面에서 可能하게 된다. 이것은 解離된 水 分子數
 를 增加시켜서 더 많은 含水化合物을 生成시키고 確固한 澱粉粒의
 膨大를 가져온다. 이러한 現象을 澱粉의 糊化라 하며 糊化가 일
 어나는 溫度를 糊化溫度라 하며 各 品種마다 다르다. 糊化過程의
 後期에서 正租는 약 45~50%의 水分含量을 獲得하게 되며 이 過
 程前에는 乾燥狀態이어야만 한다(이 冊에서 引用한 모든 水分含量
 値는 乾燥狀態를 基準한 것이다).

正秬粒의 澱粉은 아래의 2가지 方法에 依해 糊化될 수 있다.

(1) 正秬를 品種에 따른 糊化溫度 이상의 물에 잠시 담겨 두거나 (2) 米粒의 均一한 水化作用을 촉진 시킬 수 있는 一定 시간 동안 糊化溫度 以下에서 담겨준 다음 澱粉粒을 非可逆 膨大와 溶解시키기 위해 加熱한다. 열을 加하는 것은 正秬에 습기가 있거나 물에 담겨 놓았을 경우 건조하기 위해서며 가장 좋은 熱源을 蒸氣로서 이 方法이 實際로 常用된다.

쌀의 化學的 組成

쌀을 化學的으로 分析하여 보면 大部分의 營養분이 米粒의 外層에 濃縮되어 있으며 이 外層은 搗精과정 消失된다.(휴스턴 및 콜러 1970; Houston and Kohler 1970).

中間程度의 搗精이나 아주 덜 搗精함으로서, 또는 外層의 營養분을 米粒 内部로 스며들게 함으로서 어느 程度까지 營養분의 消失을 막을 수 있다. 前者는 消化不良을 招來하기 때문에 권할 것이 못되지만 만약 正秬를 물에 담그고 뒤이어 전다면 물에 溶解된 營養분은 米粒內에 어느 程度 남아있게 될 것이다. 그러므로 搗精하는 동안에 쌀의 破壞를 極小化하고 營養분 消失을 減少시키기 爲해서는 搗精하기 前에 正秬를 水浸, 燻燥, 乾燥시켜야만 한다. 이러한 式의 搗精前處理를 炊燥이라 한다. 炊燥의 主된 目的은 (1) 正秬의 總收率과 整粒米의 收率을 增加시키며 (2) 搗精하는 동안의 營養分の 損失을 防止하고 (3) 젖어 있거나 손상된 正秬를 救済하기 위해서 (4) 輸出相對國 國民들의 기호에 맞게 하기 위한 것이다.

〔炊煉의 長短點〕

인도의 在來式 方法에 依해 開發되어 지고 여러 研究家에 依해 改善된 炊煉工程은 正租의 搗精의 質뿐만 아니라 다른 質的面的 改善을 爲한 獨特한 技術이다. 一般的으로 炊煉工程은 다음과 같은 長點을 가진다.

(1) 炊煉正租의 製玄은 炊煉동안에 왕겨가 分裂되기 때문에 더욱 쉽게 된다.

(2) 炊煉하는 동안 米粒에 생긴 특수한 強度는 碎米의 數를 減少시키는데 影響을 미친다.

(3) 炊煉米는 같은 品種의 炊煉하지 않은 벼를 搗精했을 때 보다 더 많은 蛋白質, 비타민, 無機物들이 包含되어 있다.

(4) 炊煉米는 더욱 단단해졌기 때문에 생쌀에 比해 貯藏하는 동안 벌레의 蔓延에 對한 저항성이 높다.

(5) 밥하는 동안 밥물에서의 固型成分의 損失은 생쌀에 比해 적다.

(6) 炊煉米는 過度하게 밥을 지었을 때도 밥물이 죽이 되지 않는다.

(7) 炊煉米의 등겨는 25~30%의 脂肪을 含有하고 있는 反面 생쌀의 등겨는 약 15~20%의 脂肪을 含有하고 있다.

炊煉하는 동안 正租에 熱處理를 하면 어떤 限度內에서 脂肪의 加水分解(遊離脂肪酸의 生成)에 關係하는 리파아제 효소의 破壞를 가져온다. 그러므로 脂肪의 FAA(遊離脂肪酸)含量이 낮아지므로 高級脂肪이 된다.

炊煉의 短点은 다음과 같다.

- (1) 炊煉하는 동안의 熱處理는 어떤 自然的인 酸化防止劑를 破壞하므로 貯藏 途中 생쌀보다 빨리 부패된다.
- (2) 炊煉米는 생쌀과 같은 程度의 軟度로 밥을 짓는데 걸리는 時間이 길다. 또한 생쌀로 밥을 지어먹는 많은 사람들에게도 맛과 조직과 獨特한 風味와 色彩에 있어서 好評을 받지 못하고 있다.
- (3) 炊煉正租가 오랫동안 많은 水分을 含有하고 있기 때문에 人體의 健康에 害가 되는 마이코톡신 (mycotoxin)을 分泌하게 된다.
- (4) 炊煉正租에 적절한 搗精과 貯藏을 하기 위해서는 40~50 %인 水分含量을 14~16 % 水準으로 乾燥 시켜야만 하고 그것은 全体搗精費用에 特別히 乾燥費用을 加算해 주어야 한다.
- (5) 製玄된 炊煉米는 단단하기 때문에 研磨하기가 더욱 어려워지므로 結果的으로 搗精加工能力이 低下되고 搗精電力 消費量이 增加한다.
- (6) 炊煉正租의 등겨에는 脂肪이 많이 含有되어 있기 때문에 研磨機는 正租에 依해 막혀버린다.
- (7) 炊煉工程에는 추가의 資本投資가 必要하다. 이러한 短点이 있음에도 불구하고 整粒米를 包含해서 總產出米의 1~2 %를 더 產出함으로서 搗精業者에게는 추가利益을 가져다주고 消費者에게는 低廉한 價格으로 供給할 수 있다 (중앙식량기술연구소 1969) 現代以 費用 계산 方式의 하나인 炊煉米의 比較生産費用 (기산 크리쉬

안트라 유디옥 1972; Kisan Krishi Yantra Udyog 1972)은 炊煉을 함으로서 얻어지는 經濟的 利益을 表 28에서 나타내었다. 그 誤差는 생산된 쌀 1kg당 5Paise이며 인도에서 생산되는 正租 중 약 50%가 炊煉한 것이다. 그러므로 연간 대략 100억 Rs.를 절약할 수 있다.

表 28. 생쌀과 炊煉米 1ton 당 비교 생산비용

	생쌀의 費用(Rs)	炊煉米의 費用(Rs)
正租의 가격	500.00	500.00
잡비, 수송비, 취급비등	12.00	12.00
	6.00	6.00
건조 비용	10.00	—
炊煉 및 乾燥費用	—	18.00
搗臼費用	23.00	23.00
總 費用	551.00	559.00
부산물로부터의 수익		
생쌀의 碎米 (60kg @ Rs. 600/t)	36.00	—
생쌀의 등겨 (29kg @ Rs. 350/t)	8.75	—
炊煉米의 등겨 (28kg @ Rs. 450/t)	—	12.69
純 費 用	506.25	546.40
kg당 비용 (생쌀 620kg과 碎米 60kg; 炊煉米 710kg)	0.82	0.77
포대 포장비용	0.02	0.02
kg당 총 비용	0.84	0.79

주의 : 생산된 쌀 1kg당 5paise의 差異가 있다. (2) 인도쌀의 약 50%를 炊煉했다고 볼 때 연간 적어도 100억 Rs.를 절약할 수 있다.

● [炊燥을 위한 正租의 条件]

炊燥을 하기 위해 채택된 正租 品種들은 胚乳部가 軟해서 大部分 부서지고 耕作, 收穫, 乾燥와 關聯된 特殊 条件 때문에 搗精後 낮은 產出量을 가져오는 것들이다.

長粒種으로서 가느다란 品種은 短, 中粒種에 비해 부서지기 쉽기 때문에 恒常 炊燥해야 하며 短, 中粒種은 一般的 搗精過程에서 버티는 힘이 더 크다 (가리볼디 1972; Gariboldi; 1972).

搗精質이 좋은 芳香性 優良品種은 一般的으로 炊燥하지 않는다. 正租의 어떤 特性은 量과 質에 있어 最終 生産物에 다음과 같은 영향을 미친다 (가리볼디 1972). (1) 部分的 또는 完全하게 製玄된 穀粒은 炊燥工場의 不規則한 工程에 依해 부서지거나 米粒에 變形을 가져올 수도 있다. (2) 왕겨의 까락 (芒)과 毛茸은 穀粒을 물위에 뜨게 하는 성질을 갖고 있으므로 水浸作業을 어렵게 하며 찌꺼기와 다른 不純物을 含有할 수 있다. (3) 왕겨와 果皮의 色素는 水浸, 炊燥, 胚乳의 色을 진하게 하는 作業中 溶解되어 질 수 있다. (4) 胚乳의 部分的 또는 全体的인 질은 색깔때문에 박테리아가 發生할 수도 있다. (5) 機械나 害虫에 依한 微細한 傷処라 하더라도 炊燥米에 部分的인 變色을 가져올 수 있다.

[炊燥過程]

正租의 炊燥은 米粒内部에 있어 <澱粉의 糊化>로 定義될 수

있는 加溫加水過程 (hydrothermal process) 이다. 그 過程 中에 澱粉粒의 非可逆的 膨脹과 溶解가 일어나게 되는데 그것은 結晶型 澱粉에서 非結晶型 澱粉으로 바뀌는 것이다. 이러한 轉移의 結果로서 複合澱粉粒의 規則的인 多面構造가 엉킨 덩어리로 變한다 (라그하벤드라 라오와 줄리아노 1970; Raghavendr Rao and Juliano 1970). 正租炊煉의 段階에는 水浸, 燻燥, 乾燥의 3 過程이 있다 (그림 96). 水浸過程에서는 겨層과 米粒사이의 空間에 물이 채워지고 澱粉粒은 물을 吸水하여 膨脹하기 때문에 正租의 부피가 增加하게 된다 (알리와 판디아 1974; Ali and Pandya 1974).

燻燥過程에서는 水浸된 正租를 주어진 時間동안 蒸氣熱을 쬌어서 米粒内部의 澱粉을 糊化시키고 뒤이어 16 % 水分含量을 가지도록 乾燥시켜 搗精에 必要한 硬度를 가지게 한다.

[炊煉하는 동안의 物理化學的 變化]

炊煉 도중에 일어나는 가장 顯著的 變化는 澱粉의 糊化와 胚乳內的 蛋白質體의 分解이다 (라그하벤드라 라오와 줄리아노 1970) 그 結果 澱粉과 蛋白質이 소모되고 空氣로 차게 되어 澱粉粒에 평장한 壓力을 加하게 되어 澱粉粒 사이에 強한 結合력을 가지게 한다. 이 結合력은 胚乳에 存在하는 틈과 間격을 없애고 搗精壓力에 對하여 充分히 저항할 수 있게 穀粒을 透明하게, 단단하게, 질기게 해 주어서 食用米의 產出量을 增加시키고 碎米의 數를 最少化 시킨다.

白色으로부터 黄色이나 黄褐色으로
 米粒의 색깔이 변하는 것은 正租
 의 品種, 水浸温度와 時間, 燻燥
 力과 温度 그리고 나중에 記述하
 게 될 다른 收穫前 因子와 같은
 多様な 過程에 左右된다. 밥한
 後の 炊燥米와 생쌀의 色差는 거
 의 없지만, 炊燥米는 同一品種의
 생쌀에 比하여 같은 軟度로 하는
 데 더 많은 時間이 걸린다.

炊燥米를 씻을 때 澱粉과 蛋白
 質의 損失이 거의 없다 (라카벤드
 라 라오와 줄리아노 1970).

炊燥過程 도중 胚乳内の 비타민 B
 와 다른 水溶性 영양분의 확산을
 防止하고 또한 열處理를 하지 않
 으며 研磨過程 중 아주 微量의
 등겨 만을 除去하게 되므로 炊燥米
 의 영양価를 높일 수 있다.

炊燥米에는 特別 많은 量의 비
 타민 B가 散在해 있다 (보라시오와 가리볼디 1965 ; Borasio and
 Gariboldi ; 1965). 炊燥 하는 동안 약간의 澱粉糊精化와 리파아제

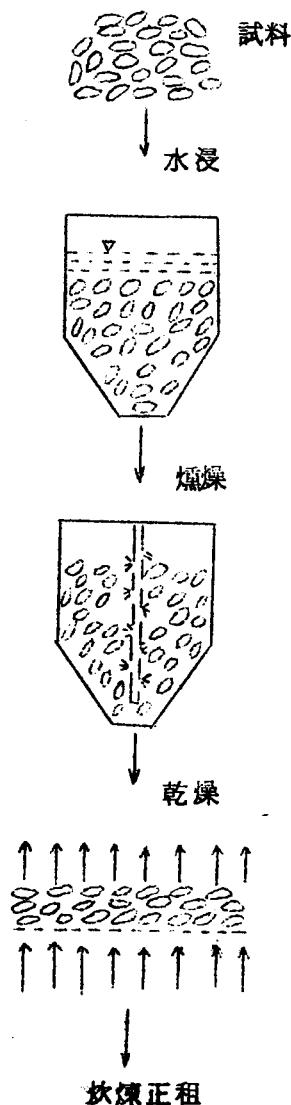


그림 96. 炊燥의 3가지 단계.

酵素의 破壞가 일어난다.(키산 크리쉬 얀트라 유디옥 1972 ; Kisan Krish Yantra Udyog 1972). 덱스트린 (Dextrin)은 炊燥米의 소화와 접합을 도우고 밥의 硬度를 높여준다. 그러나 炊燥途中의 熱處理는 어떤 天然 抗酸化劑의 破壞 原因이 되고 貯藏 中 炊燥米의 부패度를 增加시키는 結果를 가져올 수 있다.

[炊燥의 原理]

理論적으로 正租의 水浸은 正租의 糊化溫度以下에서 行해야 한다. 低溫은 水浸과 바이스 버-샤 (Vice versa)過程을 더욱 느리게 한다 (알리와 판디아 1974 ; 바타카리어와 수바라오 1966a ; Ali and Pandya 1974 ; Bhattacharya and Subba Rao 1966a).

그러나 75℃ 以上이 되어서는 안되며 그 以上の 溫度에서는 밥이 되어 버린다. 水浸 時間의 감소는 水浸하기前 數分동안 真空狀態로 두었다가 熱水에 넣거나 熱水에만 넣는 것으로 감소시킬 수 있다.

澱粉의 糊化 熱은 飽和水蒸氣로서 供給한다. 高溫의 蒸氣와 긴 炊燥時間은 쌀을 더욱 단단하게 하고 색깔을 진하게 한다. 多量의 正租는 오랫동안 均一하게 燻燥하여 正租하나하나가 같은 效果를 가져올 수 있도록 해야 한다.

炊燥된 正租는 그늘이나 햇볕 또는 熱風으로서 乾燥해야 한다. 陰乾法은 時間이 오래걸리는 反面 搗精의 質은 優秀하며 陽乾이나 熱風乾燥와 같은 急速乾法은 搗精 中 碎米가 많아지는 原因이 된

다. 乾燥를 계속해서 18 %의 水分含量에 이르면 碎米가 생기기 시작하고 더욱 더 乾燥시키면 碎米率이 더욱 높아진다(바타카리아 와 인두하라스와미 1967 ; Bhattacharya and Indudharaswamy 1967). 그러므로 가장 效率的인 實用方法은 水分含量이 약 20% 되는 적당한 시기에 2 가지 方法으로 乾燥하는 것이다.

正租의 水浸

吸湿性 物体인 正租는 蒸氣와 液体상태의 물을 吸水하여 膨脹한다. 물의 吸水과 膨脹이 同時에 일어나는 過程은 水浸 (soaking) 물침 (steeping), 吸入 (imbibition) 으로서 알려져 있는데 이것은 根本的으로 拡散過程이다. 正租内部로 물이 이동되는 현상은 内部의 蒸氣圧이 물의 蒸氣壓과 平衡 狀態가 될 때까지 계속된다. 水浸에 必要한 2 가지 條件은 다음과 같다.

- (1) 吸水物과 被吸水物 사이에 어떤 親和力이 있어야 한다.
- (2) 吸水物の 水蒸氣와 吸入되어지는 물 사이에 어떤 擴散 기울기가 存在해야 한다.

乾燥正租의 擴散壓은 實際적으로 0 이므로 물에 잠겼을 때 水浸 擴散壓 기울기는 정해져 있으며 물은 穀粒内部로 急速히 들어간다.

水浸의 機構

水浸은 分子吸水, 모세관吸水, 水化作用과 같은 異現象의 結果이다 (알리와 오자 1975a ; Ali and Ojha 1975a).

正租를 水浸하는 동안 물 分子는 먼저 外皮 (왕겨) 表面에 附着

한 다음 外皮의 微細孔을 통해 米粒內로 스며드는데 그곳은 모세관 吸水의 原因이 되는 틈이나 澱粉粒사이의 간격으로 남을 수 있다. 물分子의 열 마는 澱粉粒에 吸水되어지는 反面 나머지 물分子는 澱粉粒의 格子內로 吸水되어 水化作用을 한다. 實驗的으로 各各의 異現象에서 正確한 水分含量 比率을 決定한다는 것은 대단히 어렵다 (모세닌 1968 ; Mohsenin 1968).

부피와 에너지의 變化

水浸을 하면 正租는 附隨的으로 부피가 증가된다. 그러나 水浸 正租의 最終 부피는 正租의 原來 부피와 吸入된 물의 부피합 보다는 恒常 적다 (알리와 오자 1975 ; 모세닌 1968).

그 理由는 吸入된 물 중 일부가 正租粒의 微細孔에 들어가게 되고 게다가 吸水된 물分子는 吸水表面에서 強한 結合력을 가져서 自由狀態에 있을 때 보다 더 적은 空間을 점유하게 되므로 그만큼 적게 增加된다.

水浸過程에서는 恒常 熱을 放出하는 結果를 가져온다. 물分子가 吸水될 때 많은 量의 運動에너지가 熱로서 放出된다. 水浸初期의 吸水量이 後期の 吸水量보다 많기 때문에 水浸初期 단계에서 熱의 最大放出이 일어난다. 그러나 正租의 水浸동안 實際溫度 增加는 매우 작기 때문에 무시해도 좋다 (알리와 오자 1975a).

吸水量

正租 水浸時 吸水量은 주어진 時間以上 特定한 溫度下에서 吸水된 量이 바람직하다고 알려져 있다. 水浸에는 拡散物質의 固定化에

依해 동반되는 膨脹 매개물內로의 拡散도 包含된다. 어떤 境遇에
는 濾過도 包含된다. 各各 다른 水浸時間下에서의 正租의 水分含
· 量과 時間과의 關係는 使用된 溫度와 工程比와의 直接的인 關係를
가르쳐 준다 (그림 97). 初期 水浸率은 모든 溫度에서 매우 높
으나 水浸時間이 增加함에 따라 점차 감소하고 그림 98 에서와 같
이 30℃와 60℃의 水浸溫度에서는 "0"로 된다 (알리와 오자
1975a).

그러나 糊化 溫度 以上에서는 澱粉의 糊化와 正租의 粉이 裂開
되기 때문에 水浸率은 다시 增加한다. 얼마後에 水浸率은 점차
減少되어지고 澱粉 水分含量이 平衡에 도달되었을 때는 "0"이 된다.

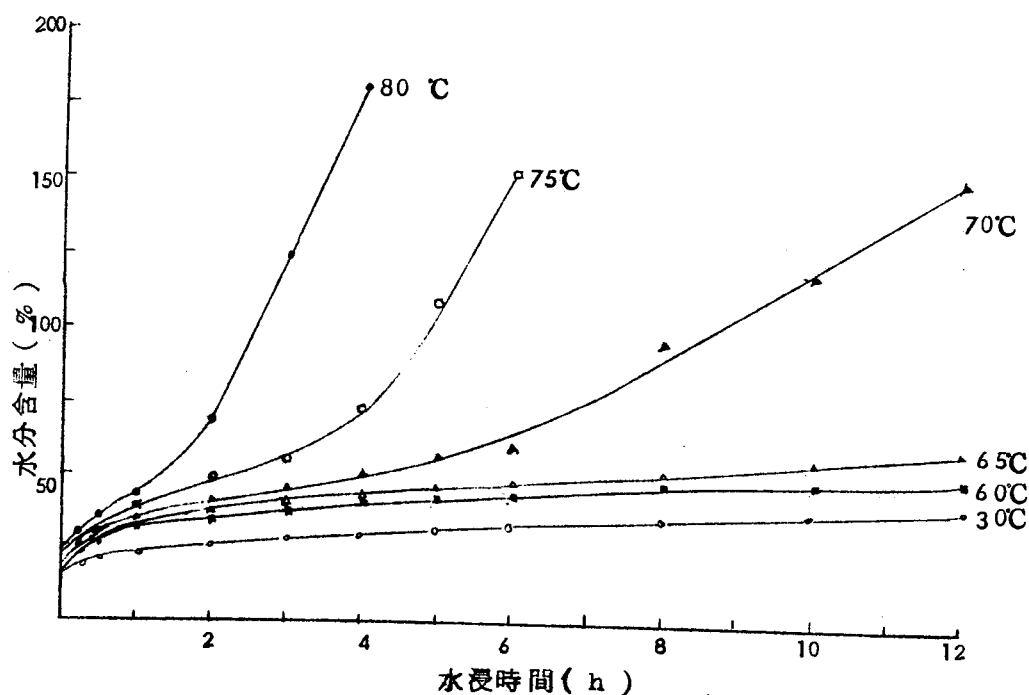


그림 97. 各 溫度에 따른 IR 8 의 水浸曲線

水浸初期의 빠른 吸水率은 다음 3 가지 理由에 의해서이다. (1) 왕겨層은 신속히 吸水하고 飽和된다. (2) 왕겨層 米粒사이의 空間은 水浸開始 後 즉시 물로 채워진다. (3) 果皮의 좁은 氣孔에서의 모세관 現象 等이 급속한 吸水의 原因이 된다. 水浸初期 단계 後 正租水分 含量의 느린 增加는 米粒自體의 吸水가 느리다는 것을 알려준다. 水浸率의 溫度에 따른 依存度는 다음과 같은 說明에 의해 可能해 진다. (1) 正租粒의 氣孔內의 空氣는 물의 浸透, 溫度의 增加에 따른 氣孔의 膨脹과 遊離 (leaves)를 抑制하므로 물은 氣孔內의 空氣와 대체될 수 있다. (2) 물은 雙極子 化合物이며 水素結合의 綜合體로서 알려져 있다. 물이 따뜻해질 때 많은 水素結合이 破壞되어 지므로 서로 미셀 構造 單位 (micellar structural units)로 얹혀있는 물의 水素結合과 澱粉粒의 水素結合은 그 構

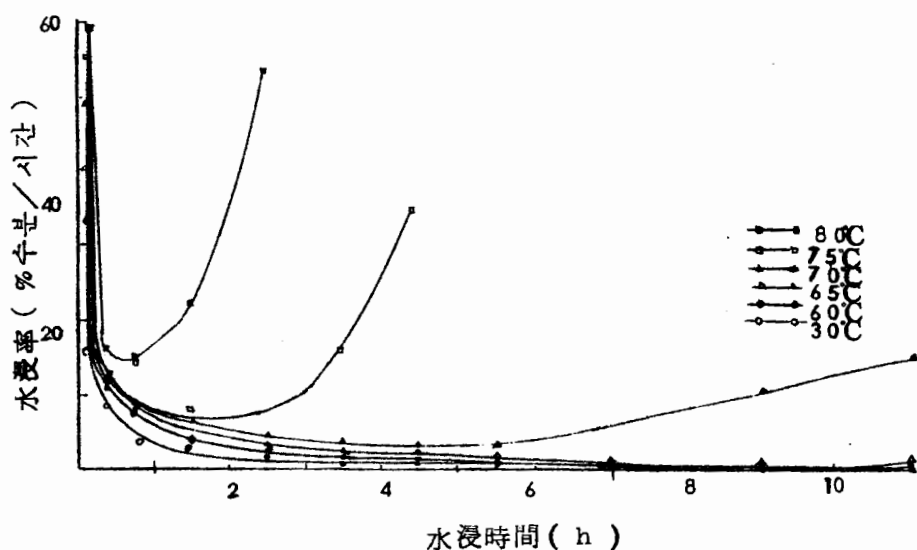


그림 98. 各 溫度에 따른 IR8의 水浸시간에 對한 水浸率.

造가 멀어지는 경향이 있다. 高에너지 水準에서의 水分子는 적게
 分解되므로 약화된 澱粉構造에 스며들어 澱粉分子의 水酸基를 水化
 시킨다. (3) 正租에 依한 吸水는 拡散過程이며, 蒸氣圧, 粘度, 密度
 表面張力과 같은 물의 特性에 어떤 變化가 생겨 溫度가 相乘함으
 로서 增加되는 擴散係수에 따른다. 그러므로 水浸은 高溫下에서
 빠른 比率로 그리고 바이스 버-샤 (Vice versa)로서 進行된다.
 그림 99는 正租에 依한 水分吸收에는 明確한 2가지 단계가 있음을
 보여준다. 水浸 첫 段階에서는 水浸溫度에 따라 正租의 水分含量
 이 24~45%될 때까지 계속 吸水한다. 뒤이어 2段階가 始作되
 면, 正租는 糊化溫度 以下 (30℃와 60℃)에서 水浸되었을 때는
 천천히 吸水하여 平衡水分含量에 도달하게 되고 (그림 100), 높은
 溫度下에서는 水分含量이 40~45%에 도달했을 때 表皮가 破裂되
 기 始作하고 水浸率은 대단히 빨라지게 된다. 水浸첫단계의 終了
 時와 제 2段階 初의 正租 水分 含量을 臨界水分 含量이라 하며 그
 含量値는 水浸 溫度와 正租品種에 따라 定해진다 (表 29).

表 29. 各 溫度下에서 水浸하는 동안 正租品種들의 平均 臨界水分
 含量値 (알리와 오자 1975a)

水浸溫度 (℃)	IR8	Patnai-23	Sitasal
30	40	40	36
60	45	42	42
65	59	43	45
70	60	45	45
75	60	58	57
80	53	57	52

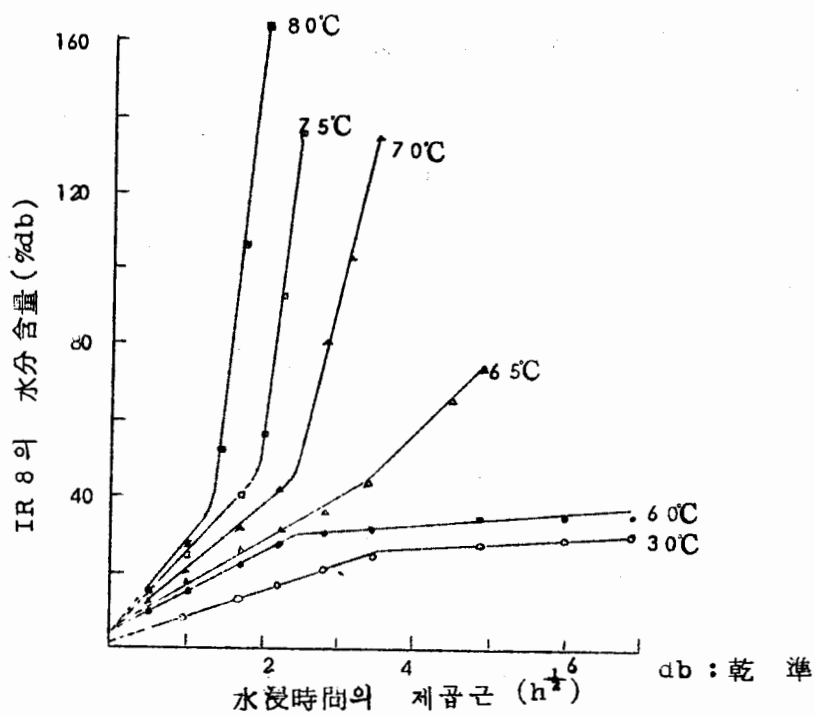


그림 99. 各 溫度下에서 水浸時間의 제곱근의 함수로 본 IR 8의 水分吸水率

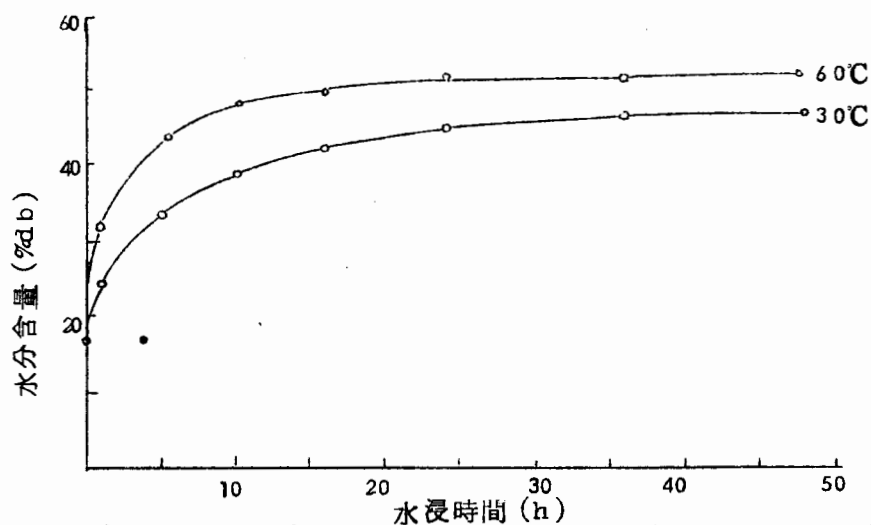


그림 100. 30°C와 60°C에서의 IR8에 對한 水浸時間과 水分含量과의 關係.

① 水浸特徵에 따른 品種간의 差

正租 各 品種들의 水浸曲線은 IR8 과 類似하다. 그러나 IR8 , 파트나이-23 (Patnai-23), 시타살 (Sitasal) 品種에서 보면 모든 水浸溫度에서 水浸率은 差異가 난다 (알리와 오자 1975a) 이것은 各 正租 粒間の 糊化溫도와 物理的 性質의 差에 依한 것이다. 水浸曲線으로부터 IR8의 糊化溫度가 $65^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 라는 것을 推論할 수 있는 反面 다른 두 正租粒은 $70^{\circ}\text{C} \sim 75^{\circ}\text{C}$ 라는 것을 알 수 있다. 正租의 水浸率에 의해 各 品種의 品種的 差異와 水浸 特徵 檢査의 重要性을 알 수 있다.

② 물 吸收에 對한 初期水分含量

實驗結果 (알리와 오자 1975a ; Ali and Ojha 1975a)는 初期水分含量이 水浸性質에 영향을 미치지 않는다는 事實을 보여준다. 비록 初期水分 含量에 差異가 있었다 하더라도 그 差는 水浸時間이 지남에 따라 減少하게 되므로 正租를 2.5時間, 4시간, 24時間동안 80°C , 70°C , 30°C 에 各各 水浸시킨 後의 水分含量은 初期水分 含量에 關係없이 같아진다. 이것은 初期水分 含量이 5~10%의 差異가 있었다 하더라도 炊鍊에 必要한 最適水浸時間에는 差異가 나지 않는다는 것을 나타낸다. 그러므로 初期水分含量이 다른 여러 正租를 量이나 質的인 面에 어떤 損傷없이 炊鍊中에 安全하게 混合되어 진다.

③ 正租의 膨脹

正租를 水浸하면 恒常 부피의 增加를 가져온다. 이러한 正租부

피의 增加는 알리와 판디아 (Ali and Pandya 1974) 의 方式으로 測定할 수 있다. 正租의 水分含量은 70℃의 물에 水浸했을 때 增加되는데 그 溫度는 現代式 欸煉에 使用되어지는 가장 普偏的인 溫度이다. 膨脹曲線 (그림 101, 曲線 A) 은 "0" 水分含量에서는 원점에서 外插할 수 있고 약 50% 水分含量까지는 비교적 느리게 膨脹하며 그 비율 以上에서는 급증 (急增) 한다는 것을 나타낸다. 水浸 첫段階에서의 부피의 比較的 느린 增加는 다음 2가지 理由에서 이다.

- (1) 吸收된 물의 一部分이 왕겨層을 적시는데, 果皮사이의 空間을 채우는데, 胚乳속의 小孔을 채우는데 사용되어 질 수 있으므로 아주 적은 量의 부피를 增加시킬 뿐이다.

- (2) 分子吸水 (molecular absorption) 에 의해 多量의 물이 吸收되어지며 그 分子吸水에 의해 吸圧이 생겨 正租水의 부피 감소가 일어난다 (모세넨 1968 ; Mohsenin 1968).

水分含量이 50% 以上인 곳에서 急膨脹이 일어나는 것은 米粒과 물과의 接觸이 많아져서 더 많은 量의 水分을 吸收하게 되는 正租粒 왕겨層의 破裂에 依해서이다. 높은

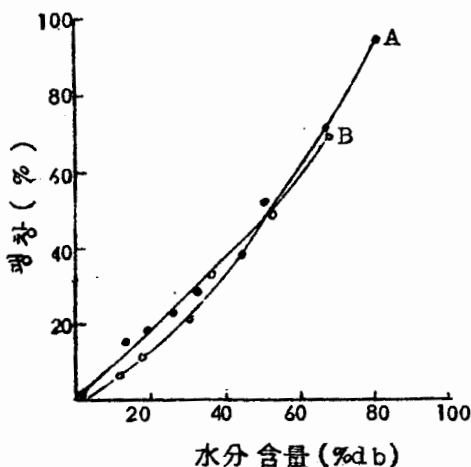


그림 101. IR8의 膨脹과 수분含量과의 관계.

水分 레벨에서 正租水分含量的 增加는 때개 同一한 부피의 增加를 가져온다.(모세닌 1968). 吸水量이 "0"인 正租의 初期水分 含量을 고려해서 그 부피를 基礎로 한 膨脹率을 推定하여 水分吸收 函数로서 曲線을 그릴 때 이 曲線은 吸水量이 "0"인 곳에서 원점으로 外挿할 수 없다(그림 101, 曲線 B). 이것은 曲線 A 와는 반대이다. 이러한 現象은 水分含量 0에서는 正租米의 주글주글한 상태가 된다는 것을 고려해 볼 때 잘 說明되어 질 수 있다. 正租의 水分含量이 增加함으로서, 왕겨層과 果皮層이 다소 그 原來 크기로 될 때까지 膨脹하게 되는데, 그 原來 크기란 水分含量이 大氣水分 含量과 平衡을 이루는 狀態의 크기를 말한다. 大氣水分 含量은 大氣溫度와 相對濕度에 따라 10~20%의 分布를 나타낸다. 이 段階에서 水分含量의 4~5%의 附加增加가 있다 하더라도 正租가 原來의 크기이고 그 元來 크기에서 잘 변하지 않기 때문에 顯著한 膨脹을 가져오지는 않는다. 水分의 수준이 계속해서 增加함에 따라 膨脹力의 增加에 依해 왕겨가 벗겨져서 壓力이 緩和될 때까지 正租는 膨脹하고 크기가 增加한다. 이 以後의 膨脹은 앞에서 說明한 것과 같이 進行된다.

水浸된 正租의 燻燥 (Steaming)

正租粒内の 澱粉糊化를 爲해 蒸氣를 使用하는 것은 水浸된 正租의 水分을 없애지 않고 總水分 含量의 增加를 가져오는 濃縮에 依해 水分을 增加시키기 때문에 다른 熱處理法에 比해 바람직하다. (가리볼디 1972 ; Gariboldi 1972). 燻燥法의 또 다른 長點은

燻燥의 높은 熱량을 常溫에서도 使用할 수 있으며, 殺菌力을 가지고 있으며 正租에 熱處理를 하기 以前에 發生되는 熱氣力을 利用할 수 있다는 것이다. 燻燥 (steaming)에서는 다음과 같은 問題點을 고려해야 한다 (가리볼더 1972).

(1) 蒸氣가 飽和 또는 過熱狀態는 아닌지를 調査하고 (2) 熱伝導에 依해 溫度를 決定하는 蒸氣壓 (3) 澱粉糊化를 爲해 正租에 供給 되어 지는 總熱량을 決定하는 燻燥時間 等에 有意해야 한다. 正租에 必要한 總熱량은 燻燥作業 中 蒸氣의 液化로부터 발생되는 熱이 加算된 水浸水 (soaking water)와 浸漬水 (steeping water)에 依해 供給되는 熱량과 같다. 蒸氣溫度는 아직 完全하게 밝혀지지 않는 않지만 米色에 상당한 영향을 미친다. 왕겨와 등겨에 含有된 有色 色素의 번짐과는 달리 胚乳의 色素는 아미노산으로 反應된 환원糖의 吸收와 澱粉 心部 (core)가 있는 胚乳의 糊粉層의 溶解에 依해 變한다 (가리볼더 1972).

그러나 東洋의인 在來方法 即, 壓力이 없는 蒸氣 (100℃)에서 正租를 燻燥하는 것은 色, 溶解澱粉의 量, 搗精된 炊燥米의 膨脹等에서 약간의 變化를 보일 뿐이다 (가리볼더 1972).

一般的으로 1~5 kg/cm²의 壓力인 飽和蒸氣는 다른 方式의 炊燥에서 水浸된 正租를 炊燥하는데 利用되어 진다 (발等 1974; Bal等 1974). 炊燥時間은 試料의 量에 依해 定해져서 작은 솥에서는 2~3分 정도, 6~8톤 가량의 큰 솥에서는 약 20~30分이 걸린다 (발等 1974; Bal等 1974). 이런 炊燥過程의 完了는 왕겨가

벗겨지지 않고도 적절히 炊燥될 수도 있지만 (발等 1974). 一般
的으로 왕겨가 벗겨지는 것으로 보고되어 있다 (아그라왈라 1963 ,
중앙식량기술연구소 1969 ; 고오스 1963 ; 존과 테일러 1933 , 존 等
1946 ; 메캄 等 1961 , Agrawala 1963 ; Central Food Technolo-
gical Research Institute 1969 ; Jones et al. 1946 ; Mechan
et al. 1961).

4 ~ 5 kg/cm² 壓力의 蒸氣를 使用하는 現代式 炊燥工場에서 正租
1 톤을 炊燥하는데 必要한 蒸氣는 水浸時 약 120 kg , 炊燥時 약 60
kg , 損失量 약 20 kg 等이다 (발 等 1974 ; 중앙식량기술연구소 1969).

炊燥된 炊燥正租 (Steam-parboiled paddy) 의 乾燥特徵

炊燥된 炊燥正租의 乾燥는 알맞은 搗精과 貯藏을 하기 爲해서는
必須的이지만 炊燥正租는 높은 水分含量 (45 ~ 50 %) 을 가지고 또
뜨겁기 때문에 생正租를 乾燥시키는 것과는 다르다. 乾燥의 主目
的은 搗精中 破壞를 誘發시키는 稃穎果(caryopsis)의 틈과 壓力
을 없애기 위해 水分含量을 14 ~ 16 %로 낮추어 주는 것이다.

이러한 過量의 水分을 없애는 方法은 매우 重要하다. 만일 水
분이 느린 速度로 乾燥되어 진다면 微生物이 發生해서 炊燥正租를
部分的으로나 또는 全部를 부패시킬 것이다. 반면에 빨리 그리고
계속적인 乾燥에서는 틈 (crack) 이 생겨 搗精過程에서 碎米가 된
다. 그러나 만약 炊燥正租를 어떤 媒介 即 그늘 햇볕 또는 熱
風에 依해 均等하게 乾燥시킨다면 碎米가 생기지 않을 것이다.
不適合한 乾燥는 100 %의 높은 碎米率을 나타내므로 炊燥正租는

매우 조심스럽게 乾燥시켜야 한다. 陰乾된 正租는 1%以下の 碎米率을 나타낸다고 보고 (바타카리아와 인두하라스와미 1967 ; 중앙식량기술연구소 1969)되어 있으며, 만약 위와 똑같은 수분 함량을 가지고 있는 正租를 햇볕 또는 熱風으로 급격히 乾燥시키면 막대한 量의 碎米 (20~100%)가 생긴다. 그러므로 乾燥速度는 米粒의 破壞를 지배하는 主要素이다. 炊燥正租를 급속히 乾燥시킬때 米粒表面과 心部사이의 水分含量 기울기가 增加되는데 이것에 依해 壓力이 생겨나고 어느 段階에 가서는 米粒에 틈 (crack)이 생겨 壓力이 감소된다. 이러한 틈 (crack)은 다시 結合시킬 수 없으며 米粒에 가는 線이 생겨 搗精中 機械의 壓力에 依해 쉽게 碎米化된다. 이러한 現象은 생 正租 (炊燥하지 않는 正租)의 搗精에서 볼 수 있다. 乾燥過程에는 다음의 2가지 主要點이 있다. 첫째, 乾燥過程에서는 碎米가 發生하지 않는다. 비록 급속乾燥 (그림 102)를 했을지라도 水分含量이 18%가 될때 碎米가 생기며 (바타카리아와 인두하라스와미 1967). 그 後 碎米數는 急增한다. 둘째, 乾燥過程中에는 틈이 생기지 않으나 乾燥 後 2시간이 지나면 틈은 생기지 않는다 (바타카리아와 인두하라스와미 1967).

炊燥正租의 乾燥는 어떤 성공적인 實驗 即 炊燥米를 搗精하기 爲해 水分含量을 充分히 낮출때까지 乾燥시킬 수 있다 하더라도 搗精하는 도중 碎米의 發生을 막기 爲해 2가지 方法 即 陽乾法 (sun drying)과 機械的 乾燥法 (mechanical drying)에 依해 行해진다 (바타카리아와 인하라스와미 1967 ; 라마라오와 발 1973).

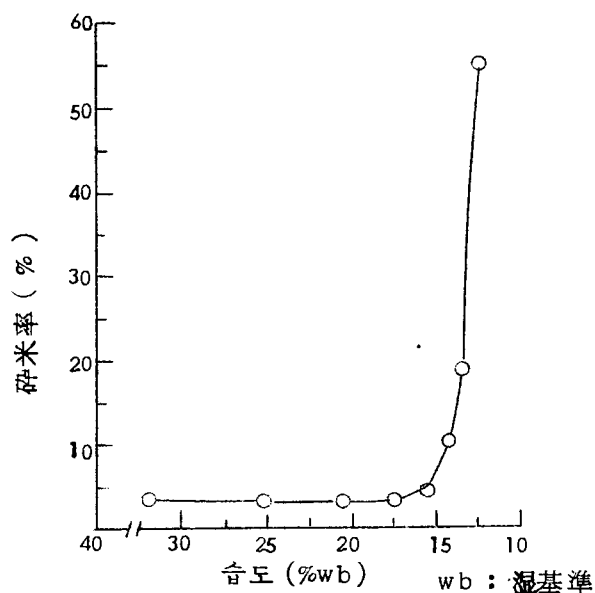


그림 102. LSU乾燥機로 계속 乾燥시킬 때 炊粳正租의 搗稻의 質的 面의 變化.

이 두 方法은 실제 일반적으로 使用되어 지고 있다.

① 陽乾法 (sun drying)

태양 에너지를 使用하는 乾燥場에서 炊粳正租들 乾燥시키는 方法은 在來式 精米所와 小規模 自作農 들에 依해 널리 利用되고 있다. 이 方法은 氣候 依存性, 乾燥作業 도중의 어쩔 수 없는 損失等과 같은 결점이 있음에도 불구하고 數十年 以上の 經驗과 利用을 通해 高度로 熟練化되어 왔으며 효율적인 大規模 乾燥法으로 開發되어 왔다 (바타카리아와 알리 1970). 大部分 亜細亞의 여러 나라들과 같이 인디아에서의 乾燥도 精米所에 所屬된 큰 마당에

서 行한다. 빨리 그리고 均一한 乾燥를 하기 위해 많은 勞働者들이 固有의 木製 道具로서 恒常 正租를 뒤벼 주고 내젓어 준다. 저녁에는 在來式 方式으로 乾燥하고 약 2quintal(200 kg)씩 더미를 만들어 일정간격으로 띄워서 乾燥床 위에 띄어 놓는다. 다음날 이른 아침 넓은 나무판자로서 2~3 cm의 두께로 乾燥床 위에 널어 놓은 후 다음과 같은 方法으로 계속해서 그리고 規則的으로 내젓고 (섞고) 뒤벼준다. (1) 널어 놓은 正租를 뒤벼주는 나무가래로서 20~30 cm 높이의 긴 이랑이 생기게 가래질 해준다. (2) 乾燥床 全体에 골고루 正租를 分布시키기 위하여 이랑으로부터 四方으로 正租를 밀어 주어야 한다. (3) 正租를 밭로서 갈아주고 나서 乾燥床의 正租를 均一하게 고르는 갈퀴로서 긁어주고 뒤섞어 준다. (4) 均一하게 편편해진 正租를 밭로서 뒤벼준다.

이러한 作業을 行하는 동안 穀粒은 계속해서 섞이게 되므로 各穀粒은 대략 同一하게 햇볕에 노출된다. 이러한 4가지 作業은 正租의 水分含量이 약 18~20% 정도로 골고루 건조될 때까지 反復한 다음 乾燥된 正租를 쌓아올리고 거적이나 짚으로 만든 두꺼운 덮개로서 약 2~3 시간동안 덮어둔다. 다시 그 正租를 갈아주고 完全乾燥인 14~16%의 水分含量이 되도록 저녁에 약 1~2 시간동안 乾燥시켜 준다.

乾燥된 正租는 乾燥床에 쌓아올린 후 짚이엉이나 방수포로서 덮어준 다음 밤새도록 乾燥場에 놔둔다. 다음날 아침 正租를 麻袋에 넣어 糶米所로 운반한다. 덥고 乾燥한 氣候에서의 乾燥는 數時間이 소요되는 反面 출고 구름이 끼거나 습기가 있는 날에는

2일이 소요된다. 밤새 또는 비가오는 날에는 正租를 쌓아올려
거적을 덮어준다. 精米所의 크기에 따라 이러한 方法으로 매일
약 20~100 ton의 正租를 乾燥시킬 수 있다(발 등 1974).

그림 103과 104는 陽乾時 穀粒에서 없어지는 水分含量을 表示
한 것이다.

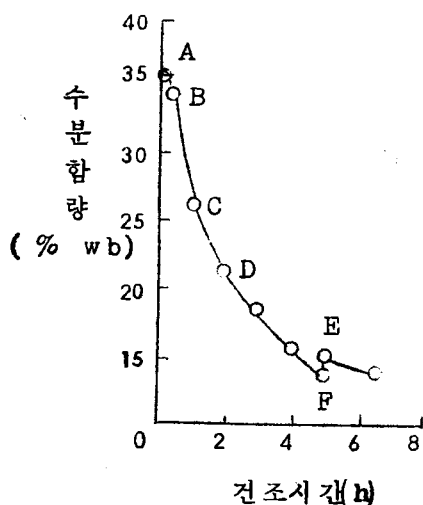


그림 103. 건조시간에 따른 正租의
수분함량의 변화 (陽乾時)
: AB = 일조시간 ; BC = 제
1수분감소기 ; CD = 제 2수
분감소기 ; EF = 2.5 시간동
안 거적을 덮어 눌러주
었을때.

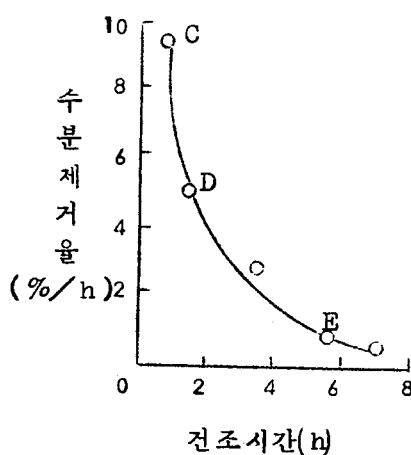


그림 104. 건조시간에 따른 건조
속도의 변화 (양건법) .
CD = 제 1 감속기 DE =
제 2 감속기.

總 乾燥時間은 여름은 6~7 시간이며 겨울은 9~10 시간인데
이 差異는 겨울이 여름에 비해 낮의 길이가 짧고 光線의 세기가
弱하기 때문이다. 짚이영이나 밤수포로 눌러주는 効果는 그림 103
에 分明하게 나타나 있다. 穀粒을 5 시간동안 陽乾한 後 약 2~3

시간동안 흘러주는데 이렇게 함으로서 穀粒内部의 水分이 表面으로 移動하기 때문에 水分含量이 급격히 增加된다.

그림 104는 乾燥時間에 따른 水分除去率을 나타낸 것으로 이 曲線은 熱風乾燥에서 얻어지는 曲線과 유사하며 乾燥의 두 區間을 보여준다. (1) 一定率로 乾燥되는 區間은 乾燥1시간 이내이며 乾燥速度的 第1減速期이다 (C-D). (2) 第2減速期 (D-E) 穀粒의 溫度는 乾燥床의 溫도와 밀접한 關係가 있다 (그림 105).

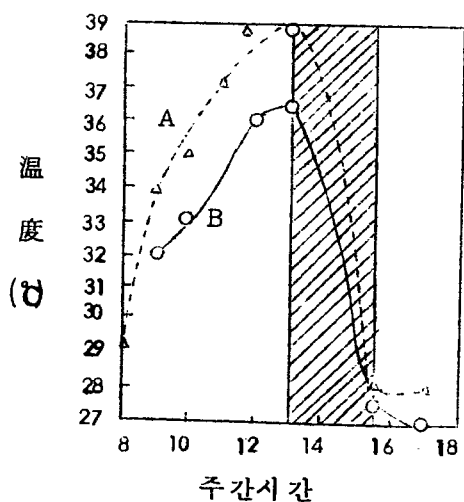


그림 105. 晝間時間에 따른 穀粒 溫도와 乾燥床 溫도의 變化 (陽乾法) : 13:00 ~ 15:30 까지 흘러주었을 때. A : 乾燥床 온도 B : 穀粒 온도

穀粒溫度는 乾燥床 溫度보다 대략 2°C 정도 낮으며 觀察된 穀粒의 最大 溫度는 36.5°C였다. 높은 穀粒 溫度는 米粒에 틈 (crack) 이 생기게 할 수 있으나 乾燥過程 穀粒中間過程의 高溫은 米粒에 틈 (crack, 胴割) 을 形成할 수 없으므로 米粒을 단단하게 하는 炊燥過程에서 나타난다.

炊燥正租의 搗精收率は 陽乾法에 依해 低下되지 않는다.

다. 72.5%의 總 收穫量과 69%의 整粒米收率이 炊燥正租의 平均搗精收率이므로 이 陽乾法은 햇볕이 있는 곳이면 어디에서나 使用할 수 있는 炊燥正租 乾燥의 效果的인 方法이다. 大規模의 搗

稻을 할때에 쌀搗稻技術센터에서 行한 研究의 境遇 炊煉正租를 乾燥하는데 소요되는 總시간은 여름에는 8~10시간, 겨울에는 13~15시간 걸린다는 것으로 보고되어 있으며(발 등 1974), 또 그 研究結果는 女子農夫 1명이 乾燥作業 中 약 1톤의 正租를 쉽게 處理할 수 있다는 것을 지적하고 있다. 이러한 研究로부터 正租 1톤당 乾燥費用이 약 9~10Rs.가 되는 것으로 推定할 수 있는데 이 費用은 鳥類, 蛭類(귀), 곤충類에 의한 0.2%의 損失量이 加算되어 있다.

② 機械乾燥法

機械 乾燥法이 始作된 것은 아주 最近의 일이다. 熱風을 穀粒 안으로 注入시켜 水分을 강제 蒸發시키는 것으로 루이지아나 州立 大學校에서는 連續流入式 乾燥機를 使用하고 있으며 空氣는 기름화로(oil burning furnace)나 증기熱交換裝置(Steam heat exchanger)에 의해 加熱된다. 인도의 大部分 稻米所에서는 蒸氣를 얻기 위한 材料로서 왕겨를 使用하는데 搗稻하는 동안에 나오는 왕겨를 태움으로서 發生된 蒸氣는 炊煉과 乾燥作業을 하기에 充分하다(“炊煉에 必要한 熱量推定”을 보라).

炊煉正租의 乾燥에 對한 研究는 아주 미약하므로 現在의 機械乾燥法은 各種 乾燥여건下에서 機械乾燥機를 作動시키는 技術者나 技士의 오랜 經驗에 基礎를 두고 있다. 最近 乾燥는 질이엥等으로 되어주는 時間에 따라 2가지 方法으로 行해지고 있다. 그 두가지 方法에서 正租를 乾燥機에 넣어주는데 30分, 熱風을 乾燥機에 불을 넣어 正租를 完全히 순환하는데 2時間, 正租를 꼬집어 내는

데 30 분이 소요된다. 乾燥 1 단계에서 水分含量은 50 %에서 25 %로 減少되어지며 이 正租들 8 ~ 10 時間동안 蒸이영 등으로 눌러줌으로 米粒内の 水分含量과 같아진다. 이 눌려진 正租는 2 단계에서 14 ~ 16 %로 乾燥되어진다. 금방 炊 燥된 正租의 大部分의 水分은 表皮의 水面이다. 穀粒의 表皮水分 除去率은 溫度를 增加시키는 乾燥空氣의 蒸發力에 따른다. 그러나 表皮水分 除去後의 水分除去率은 顯著하게 減少하며, 穀粒의 特性에 따라 穀粒中心으로부터 表皮로 移動되는 水分量에 따른다. 그러므로 이 단계에서 乾燥空氣 溫度의 上乘은 乾燥率의 增加를 가져올 수 없다.

생 正租 (raw paddy)의 乾燥와 달라서 炊 燥正租들 乾燥시키는데에는 炊 燥正租의 硬度가 增加하기 때문에 매우 높은 溫度가 利用된다. 신속히 水分을 除去하기 爲해 大規模 炊 燥工場과 乾燥工場에서는 120 °C의 높은 溫度의 乾燥 空氣가 使用된다 (발 等 1974). 空氣의 가열 사용되는 燃料 (기름)의 單價가 매우 비싸기 때문에 炊 燥正租의 乾燥費用은 매우 비싸다고 (Rs. 50 ~ 120 / 正租 1 톤) 보고되어 있다 (발 等 1974). 쌀 搗精技術센터에서 行한 圃場實驗의 結果로부터 乾燥空氣 溫度의 배합은 機械乾燥機의 最適作動에 따른다는 것이 밝혀졌다.

제 1 단계에서는 表皮水分을 除去하기 위해서 乾燥空氣의 溫度를 95 ~ 100 °C를 유지해야 하나 穀粒内部로부터 表皮로 移動되는 水分을 除去하는 제 2 단계에서는 75 °C를 유지하는데 그 理由는 高溫이 乾燥率을 增加시키는 것이 아니고 단지 排出된 空氣에서 熱損失의 增加를 가져오기 때문이다.

[炊 煉 法]

炊煉法은 다음과 같이 세 群으로 分類할 수 있다(팔호안은 그 方法이 開發도 중에 있거나 研究되어지고 있는 國家들 가르킨다).

(1) 在來式 方法

(a) 單탕法 (Single boiling)

(b) 重탕法 (Double boiling)

(2) 現在使用되고 있는 方法

(a) CFTRI 法 (인도)

(b) Jadavpur University 法 (인도)

(c) 改造法 (미국)

(d) 말렉 (Malek) 法 (미국)

(e) 아보리오 (Avorio) 法 (이탈리아)

(f) 크리스탈로 (Cristallo) 法 (이탈리아)

(g) 페르난데스 (Fernandes) 法 (수리남)

(3) 現在 研究中인 方法

(a) 소금溶解法 (인도)

(b) 키산 (Kisan) 式 連續法 (인도)

(c) 壓力炊煉法 (인도)

(d) RPEC 法 (인도)

(e) 크롬산소다法 (인도)

在来式 方法

在来式 炊燥法은 室温에서 24~28 時間동안 또는 그 以上 水浸 시키고 난 後 솔에서 짜고, 陽乾하는 것이다. 이러한 在来式 炊燥의 作業過程圖를 그림 106 에서 나타내었다.

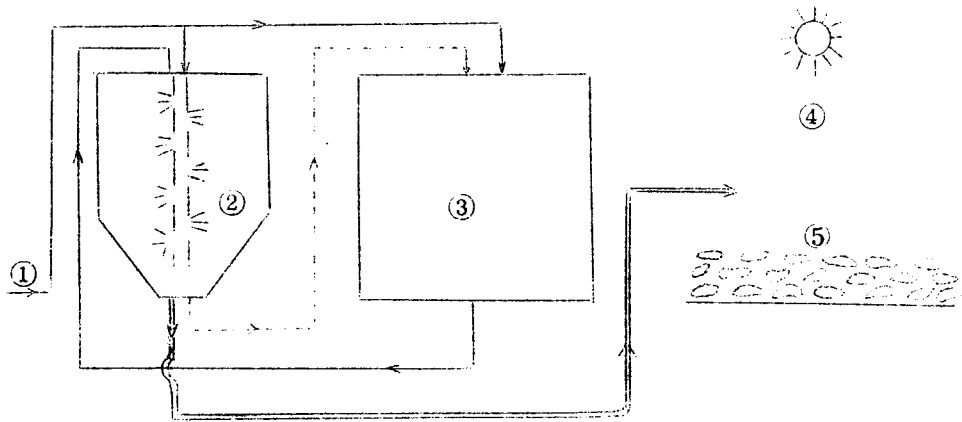


그림 106. 在来式 炊燥工場의 作業過程圖 ; (A) 試料를 水浸탱크에 바로 넣는 경우 (單탕法의 境遇) ; (B) 試料를 먼저 炊燥을 하기 위해 烘燥用器에 넣은 후 水浸탱크에 넣는 경우 (重탕法의 경우) ; (1) 試料 (炊燥되지 않은 正租) (2) 炊燥用器 (3) 石造水浸탱크 (4) 海 (5) 乾燥場 ; 正租의 経路 ; —— 炊燥되지 않은 正租 ; - - - - - 먼저 炊燥되었거나 뜨거운 正租 ; ≡ 水浸正租 ; ≡≡ 炊燥正租 ; 주의 ; 正租의 취급은 人力으로 함.

① 單탕法 (Single boiling Method)

正租는 一般的으로 24~72 시간동안 水浸시킨 후 대기압下에서 炊燥하기 위해서 圓筒型鉄用器로 옮긴 후 이 炊燥正租는 搗槽하기 前 陽乾시킨다.

② 重탕法 (Double boiling Method)

이 方法은 水浸하기前 炊煉할 正租를 燻燥用器에 넣고 蒸氣를 注入시켜 水浸過程을 촉진시킨다. 이렇게 해서 뜨거워진 正租는 물의 溫度를 45 ~ 50 ℃로 올려주는데 이것은 水浸時間을 24時間으로 減少시킨다.

이以後 水浸正租는 單탕法에서와 같이 燻燥해 주는데 때때로 正租 (炊煉되지 않은)를 水浸시키기 前에 水浸水를 약 50 ℃로 加熱하기도 한다. 이런境遇 正租를 먼저 燻燥할 必要가 없다. 在來式 炊煉法에는 다음과 같은 短点이 있다. (1) 긴 水浸時間에 依해 醱酵가 始作되어 正租에 냄새가 난다. (2) 醱酵에 依해 人體에 有害한 알파톡신 (Alfatoxins)과 같은 마이코톡신 (菌毒素 ; mycot oxins)이 생겨난다. (3) 乾燥作業中 손에 의한 取扱과 鳥類, 설치류와 벌레에 의한 損失이 總正租量의 약 1.5 ~ 2.0 %가 된다. (4) 陽乾法은 맑고 햇볕이 있는 氣候에서만 이루어지므로 不確實하다. (5) 가끔 炊煉正租 한가마全体가 乾燥時期가 늦어져 부패되는 境遇가 있다. (6) 사람이 正租를 밟아주고, 먼지나 鳥類에 依한 汚染에 依해서 非衛生的 狀況이 存在한다. (7) 넓은 乾燥場이 必要하다. (8) 많은 육체노동이 必要하다. 在來式 方法의 가장 큰 障礙는 搗稻後에도 炊煉米內에 醱酵냄새를 지니게 됨으로 마이코톡신 (mycotoxins)의 發生이 可能하다는 것이다. 그러나 炊煉米는 다른 觀点에서의 長点을 가지고 있다. 다른 나라에서 사용하고 있는 現代式 方法은 위의 短点을 극복하는데 成功하고 있다.

③ CFTRI 法

現代方式中の 하나인 이 方法은 인도, 파키스탄, 실론에서 使用하고 있다. 이 方法은 50年代 中반에 인도의 마이소(Mysor)에 있는 중앙식량기술연구소(CFTRI)에 의해 소개되었다. 이 方式의 大規模 栽培과 炊燥正租의 生産은 지난 數年동안에 現代式 精米所에 機械乾燥機(LSU型)가 소개되면서부터 始作되었다. 現在 인도에서는 數十萬톤의 正租를 炊燥하는데 이 方法이 使用되고 있다. 炊燥탱크에는 맑은 水가 가득 차있는데 이 水는 탱크內的 管을 通해 蒸氣를 불어넣어 煮으로서 약 85℃로 加熱된다(그림 107).

가끔 正租를 炊燥탱크에 넣기前 뜨거운 水를 分離熱水탱크에 넣어 두는데 이 方法이 時間을 절약하고 炊燥能力을 增加시킨다. 正租는 가능한 빨리 熱水에 넣어야 한다. 正租를 全自動處理하는데 있어서는 승강기로 올려주고 水浸하기 위해 炊燥탱크內에 넣어 주며 이 탱크內的 正租와 水의 混合溫度는 약 70℃이어야 한다. 水浸水는 70℃의 恒溫을 유지하는 熱水탱크로 再순환 시켜야 한다. 正租를 3~3.5 시간동안 水浸시킨 後 水를 빼내고 炊燥中 응축된 水를 없애기위해 배수밸브를 열어놓는다. 水浸正租는 개방된 증기관을 통해 들어오는 4kg/cm²의 蒸氣壓에 의한 蒸氣熱을 받게된다. 一般的으로 왕겨가 갈라지는 것이 炊燥過程의 終了라고 알려져 있다. 炊燥過程이 完全히 끝난 正租는 밑바닥의 門을 열어煮으로서 乾燥過程으로 移動하게 된다. 만일 機械乾燥機를 使用했다면 炊燥된 正租는 콘베이어와 승강기에 의해서 乾燥機로 옮겨진다. 陽乾을 할 境遇 不

반차(수레)나 바케스로서 乾燥場에 옮긴다. 機械乾燥法은 陽乾法에 비해 좁은 場所에서도 可能하며 生産單價를 極小化할 수 있으므로 바람직하다. 正租를 炊燥하기 前에 精選機에 넣고 왕겨와 더러운 다른 不純物을 없애는 것이 좋다. 더욱더 깨끗이 할려면 正租를 炊燥탱크에 넣기 前에 分類탱크에서 씻으면 되는데 이 과정에서 가벼운 왕겨와 무거운 돌이 正租와 分離되어진다.

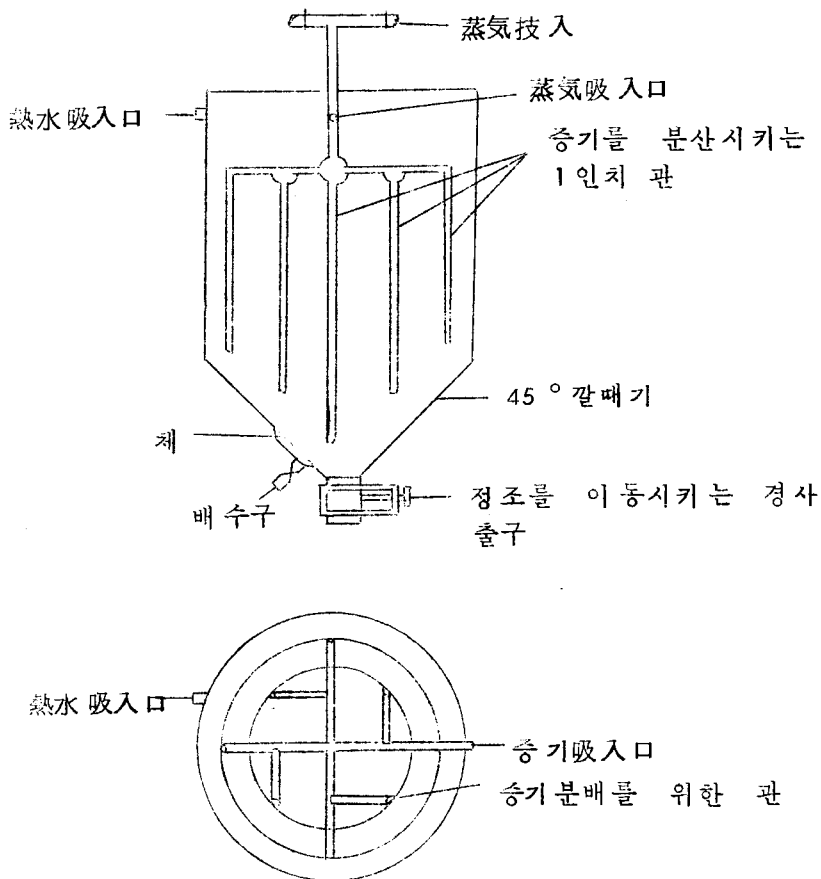


그림 107. 炊燥탱크의 내부구조.

CFTRI 法은 在來式 方法에 比해 다음과 같은 長點을 가지고 있다(중앙식량기술연구소 1969). (1) 水浸時間을 4 時間으로 短縮시키므로 炊燥時間의 顯著한 短縮과 生産量의 增加를 가져온다. (2) 악취가 없어진다. (3) 본래부터 있던 微生物의 大部分이 熱水浸과 燻燥에 依해 죽어버린다. (4) 資本投資의 回轉이 빠르다. (5) 쌀을 市場需要에 따라 간단한 調製를 거쳐 供給할 수 있다. (6) 소비자의 기호에 적합한 黃色米가 쉽게 얻어진다. (7) 노동의 부담이 減少한다. (8) 使用되는 물의 量은 자주 바뀌줄 必要가 없기 때문에 冷浸法보다 적게 必要하다. (9) 쌀의 収率이 조금 높다. (10) 이 方法에서 얻어진 炊燥米의 등겨는 在來方法에 依해 얻어진 것보다 安定하다. (11) 이 方法을 使用하고 있는 搗精業者들이 在來方法보다 搗精 中 더 쉽게 왕겨를 벗기고 舂래기가 덜해진다고 主張하고 있다.

炊燥機의 크기는 精米所의 日當 炊燥正租의 量에 따른다. 例를 들면 1 시간에 2 톤을 生産하는 精米所에 必要한 炊燥機는 하루에 48 톤을 生産할 能力이 있어야 하고 1 시간당 4 톤을 生産하는 精米所에는 하루에 95 톤을 生産할 能力이 있어야 한다. 炊燥에 必要한 물의 量은 正租무게의 약 1.25 배가 必要하고 燻燥에 必要한 물의 量은 약 200 kg/ton 正租이다(중앙식량기술연구소 1969). 表 30 은 炊燥機의 容量이 12, 24, 48, 96, 120 톤/1 일용량 일때 必要한 裝備의 量을 表示한 것이다. 그림 108 ~ 111 은 炊燥機의 作業過程 圖表이다.

表 30. 各 能力에 따른 炊煉工場의 必要장비 (라데이와 쥘버리 1970)

	炊煉工場의 容量 (t / 1 일)				
	12	24	48	96	120
수용 빈 (Receiving bin) (t)					
갯 수	1	1	1	1	1
용 량	12	24	48	96	120
승강기 (t/h)					
갯 수	1	1	2	2	2
용 량	12	24	24	32	40
보관 빈 (Holding bin (t)					
갯 수	—	—	1	1	1
용 량	—	—	24	32	40
炊煉 탱크 (t) ^a					
갯 수	1	2	4	6	6
용 량	7.5	7.5	7.5	6.7	8.3
벨트콘베이어 (t/h)					
갯 수	—	—	1	1	1
용 량	—	—	24	32	40
건조기 (t)					
갯 수	1	1	1	1	1
용 량	6	12	24	32	40
조절 빈 (Tempering bin (t)					
갯 수	2	2	2	3	3
용 량	6	12	24	32	40
보일러용량 (kg / h)	300	600	1200	1600	2000

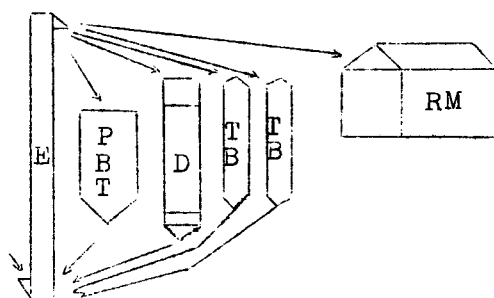


그림 108. 하루에 12 톤을 炊燥하는 공장의 진행 과정
도표 ; E=승강기 ; PBT = 炊燥탱크 ; D=건조기 ;
TB =조절 빈(bin) ; RM=수용 빈(bin)이 달
린 精米所.

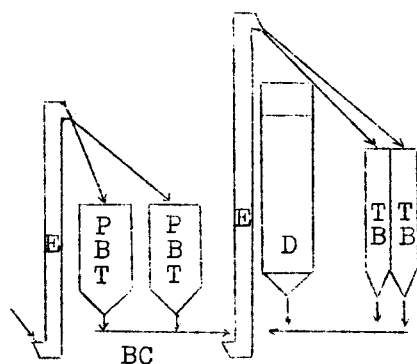


그림 109. 하루 24 톤을 생산하는 炊燥工場의 진행과정도표
E=승강기 ; PBT = 炊燥탱크 ; BC =벨트콘베이어 ;
D =건조기 ; TB =조절 빈(bin).

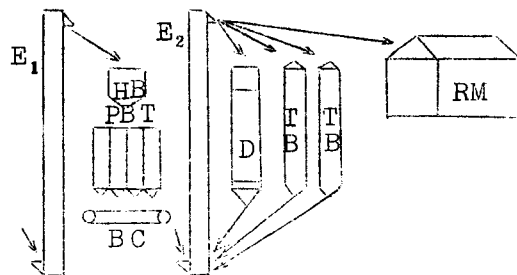


그림 110. 하루 48 톤을 생산하는 炊燥工場
 E = 승강기 HB = 보관 빈(bin)
 PBT = 炊燥 탱크 BC = 벨트콘베이어
 D = 건조기 TB = 조절 빈(bin) RM =
 精米所.

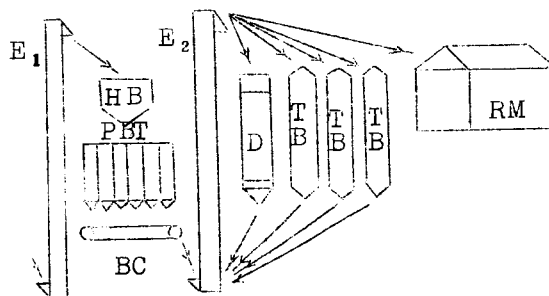


그림 111. 하루 96 톤 또는 120 톤을 생산하는 炊燥工場
 E = 승강기 HB = 보관 빈(bin) PBT = 炊燥 탱크
 BC = 벨트콘베이어 D = 건조기 TB = 조절 빈(bin)
 RM = 精米所.

④ Jadavpur University 法

인도 Jadavpur University에서의 研究는 가마와 連續式 炊燥 法の 改善을 達成했다. 連續式 炊燥法の 作業에는 水浸, 冷却, 乾燥 등의 機械的 方法이 包含되어있다. 이러한 研究는 正粗粒의 後熱과 크기에 따라 水浸時間을 2.5 ~ 3 시간程度 短縮시켰다.

穀粒의 크기에 따라 水浸溫度는 65 ~ 70 °C로 多樣하게 分布되어 있다. 더우기 水浸과 炊燥의 2段階는 같은 用器에서 할 수 있으므로 炊燥時間은 3 ~ 5 分으로 減少된다. 짧은 水浸時間과 높아진 溫度는 이 作業中에 穀粒의 醱酵을 막는다. 그러므로 쌀을 生産하는 중에 어떤 악취가 생길 확률은 적어진다. 그림 112는 이 過程의 進行圖表이다.

가마솥에서 찌는 過程에서 炊燥탱크(水浸-燻燥탱크)는 밑부분이 원추형인 원통형이며, 水浸, 炊燥作業後 正粗를 移動시켜주는 裝置가 되어 있으며 또한 탱크에는 炊燥作業을 爲한 蒸氣管이나 코일이 設置되어 있다. 이 過程에서 正粗는 高溫에서 水浸시키고 3 ~ 5 分間 蒸氣를 켜어 糊化시키고 즉시 連續式 機械裝置에 依해서 室溫으로 冷却시키고 連續式 回轉乾燥機로서 乾燥시킨 後 搗稻하기前 조절기(調溫, 調濕)를 거쳐야 한다(고오즈 1963). 연속적인 水浸-炊燥機는 正粗를 供給하고 移動시켜주는 半圓筒型 자켓과 水浸 炊燥된 正粗를 내려주는 裝置로 構成되어 있다. 水浸, 炊燥作業은 여러개의 가마솥 各各에서 行해진다.

加熱은 低圧일 때 자켓(Jacket)內에 응축蒸氣를 넣어넣음으로서

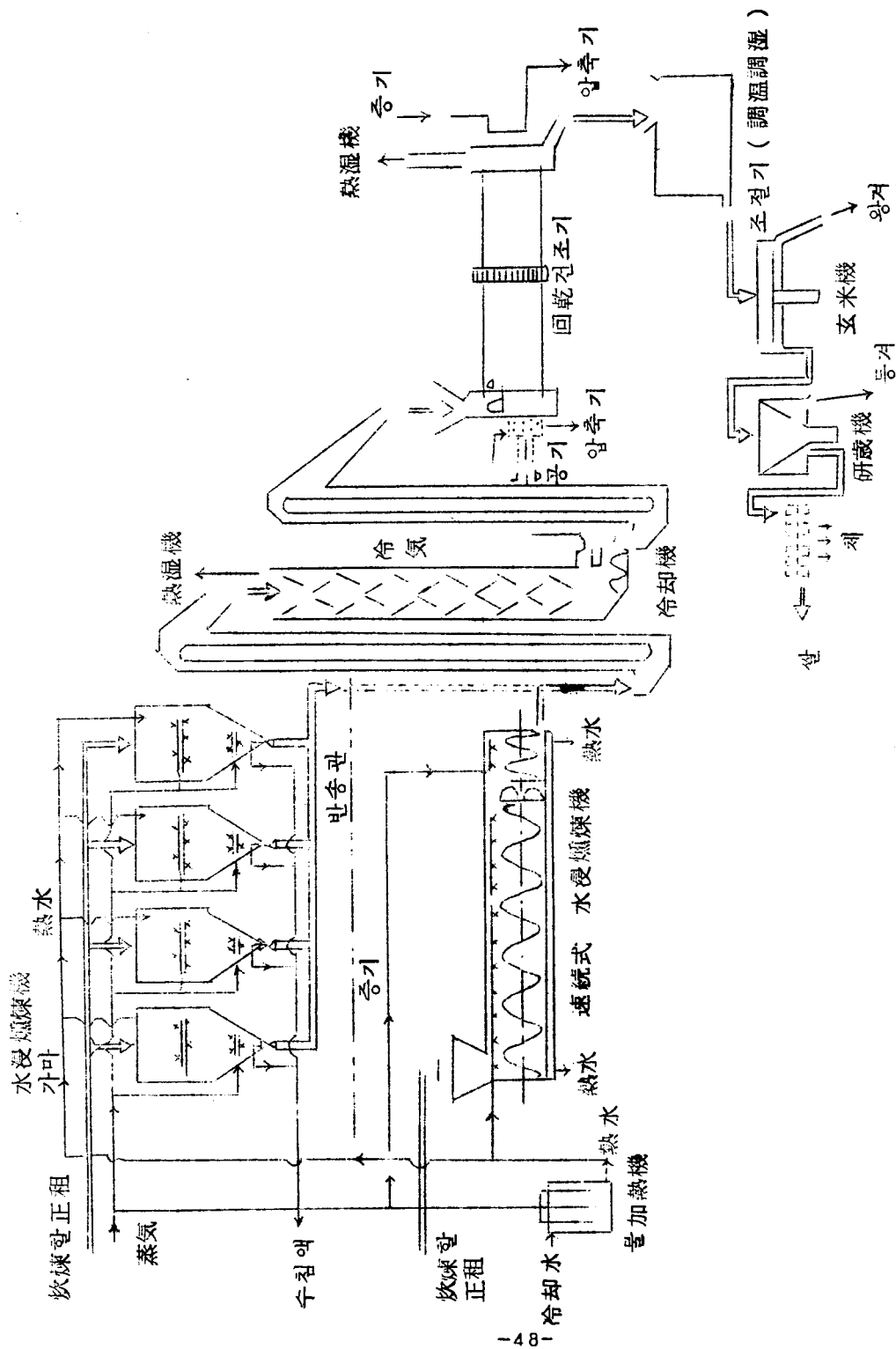


그림 112. Jadavpur University 法の 進行過程 圖表.

또는 자켓을 통해 熱水를 지나게 함으로서 行한다. 炊煉된 正租는 逆流 환풍기가 設置되어 있는 컵과 원추形이 混合된 수직 冷却탑으로 떨어져서 冷却되어 진다. 이 作業은 乾燥도중 쌀의 褐色化를 防止하기 위한 必須的 作業이다. 回轉式 乾燥機는 많은 蒸氣 튜브가 있는 긴 圓筒型의 回轉式 外筒과 外筒内部에 있는 橫形 乘降날개로 構成되어 있다. 또한 熱氣를 불어넣어 주는 裝置가 있다. 그러므로 炊煉正租의 濕氣는 間接적으로는 튜브에서 나오는 蒸氣에 依해, 직접적으로는 熱氣에 依해 同時에 乾燥되어 진다.

乾燥機에서 내려진 正租는 多少 熱을 가지고 있으므로 천천히 冷却시켜야만 한다. 이 冷却過程은 穀粒에 熱을 골고루 分散시키고 水分含量을 均等히 하기 爲해서 밀폐室에 正租를 保管해서 行한다. 이러한 作業을 “아깅 (aging)” 또는 乾燥米의 調節이라 한다.

이 炊煉法은 在來式 方法보다 利點이 많은 CFTRI 法과 거의 같은 長點을 가지고 있으나 이 方法에는 다음과 같은 두가지 利點이 있다. (1) 過程이 계속적이다. (2) 炊煉正租를 乾燥하기前 冷却하기 때문에 좀 더 열은 色の 炊煉米가 生産된다.

(5) 改造法

1941~1942 年 사이에 始作되어진 이 方法은 美國에서 最初로 開發된 炊煉法이다. 이 方法은 正租 全体의 糊化에 依해 炊煉正租가 얻어지는데 이 正租는 琥珀色을 띄며 투명하며 흰 澱粉中心部가 없다. 水浸은 正租와 空氣가 접촉되지 않는 眞空 高圧술에서 行하는데 이렇게 함으로서 물에서의 正租의 飽和와 軟化가 용이하

게 된다. 高圧술에 있는 水浸水에 壓力處理를 하는데 그것은 眞空상태로 만들어 水浸時間을 3 시간 以下로 減少시킨다. 水浸 後 正租는 回轉 - 자켓 高圧술에서 燻燥한다. 과량의 물에 穀粒을 넣는 바로 그때 眞空상태로 만들어 주는데 그때 蒸氣壓은 약 1 시간동안 1 kg/cm^2 以下를 유지해야 한다. 마지막 乾燥는 同一한 高圧술에서 眞空상태로 해 주고 蒸氣로 熱處理해 줌으로서 行한다.

⑥ 말렉 (Malek) 法

이 方法은 改造法보다 약간 뒤에 만들어진 것으로 正租를 硬化시키는 連續單位作業에 依해 琥珀色 吹煉正租로 生産하는 것이다. 正租를 3~6 時間동안 熱水로 가득찬 탱크 안에 담겨둔 후 끝이 절단된 수직 원통형 高圧술으로 蒸氣를 주입시켜 燻燥한다. 그리고 出口와 入口에 있는 포트나 밸브를 各各 닫아주거나 열어준다. 그렇게 함으로서 正租는 重力에 依해 안밖으로 움직여진다. 乾燥에는 두 단계 즉 (1) 蒸氣加熱式 回轉圓筒形의 乾燥機 內에서 行하는 것과 (2) 低溫下에서 강제 熱風乾燥機에서 행하는 것이 있다.

⑦ 아보리오 (Avorio) 法

完全 機械化, 自動化된 이 吹煉過程은 1936 年 이탈리아에서 特許를 내었다. 正租를 바케스 안에 가라앉히는데 이 과정은 熱水를 계속해서 순환시키고 空氣를 쏘아 주는 탱크內的 체인 컨베이어에 依해 機械적으로 가라앉히는 것이다. 水浸時間은 탱크內的 규칙적인 바케스의 속도와 쌀品種에 따라 정해지는데 總 浸漬時間은 50~60 分으로 한다. 水浸 後 蒸氣를 正租內에 注入시켜주는

回轉 圓筒실린더가 있는 高圧술에서 燻燥하는데 이 方式은 燻燥時間을 15 ~ 20 分 程度 短縮시켜준다. 蒸氣壓은 溫度와 作業時間과 品種에 따라 0.5 ~ 1.0 kg/cm²로 한다. 특수밸브나 포트(port)는 高圧술에 증기를 注入하거나 排出하는 것을 조절한다.

燻燥正租의 乾燥는 冷氣에 依한 冷却作業으로 始作된다. 冷却된 正租는 45 ~ 50 °C의 空氣를 使用하는 圓錐形 熱風 乾燥機에 넣는다. 이 方法은 作業中の 모든 面에서 잘 조절되어지며, 整粒米 收率이 높고, 밥맛이 좋으며 琥珀色을 띄는 炊燥米를 産出한다.

⑧ 크리스탈로 (Cristallo) 法

正租의 不純物과 未熟粒을 없애기 爲해 特別히 물에서 精選하는 것을 目的으로 했다. 精選은 알맞은 溫度의 熱水가 순환되는 開放된 탱크에서 하며, 燻燥과 乾燥는 眞空狀態의 回轉式 自動 壓力 조절 高圧술에서 한다고 알려져 있다. 자켓(汽套) - 高圧술은 高壓술內에 均一하게 蒸氣를 分散시켜주기 爲한 機械裝置를 갖추고 있다. 이 作業은 잘 調節되어 지며 炊燥된 品種과 市場 需要에 따라 쌀을 生産한다. 이 方法은 1952 年에 特許를 얻은 것으로 水浸, 燻燥, 乾燥作業은 세개의 유사한 실린더에서 行해진다. 各各의 水平실린더는 回轉하고 正租를 移動시켜주는 헬리컬 컨베이어를 가지고 있으며, 回轉실린더의 中心과 橫으로 연장된 圓筒 튜브가 있다. 이 튜브는 첫번째 실린더에서 水浸을 하기 爲해 熱水를 운반하고 두번째 실린더에서 燻燥하기 爲해 蒸氣를 운반하고 세번째 실린더에서 乾燥하기 爲해 熱風을 供給해 준다.

研究中에 있는 方式들

① 소금溶解法

이 方法은 CFTRI 法을 變形한 것 (쉬바나 shivanna 1971) 으로
서 이 方式의 變形과 開發은 1969年 後半期 인도의 티루바루(Ti-
ruvarur)에 所在해 있는 現代 쌀搗精研究開發실험소 (Research
and development Laboratory of the Modern Rice Mill)에서
이루어 졌다. 이 方法의 主 利點은 炊燥正租의 水分含量 減少로
인한 乾燥時間의 절감이다.

이 方法에서는 65℃의 물에 水浸되고 水分含量이 약 45%인 뜨
거운 正租에 약 10~20分동안 15% 소금 용액 (비중=약 1.10)을
순환시켜 준다. 이 正租를 15~20分동안 3~5 kg/cm² 壓力下에
서 燻燥시키는데 이 過程동안 正租는 약 30% 水分含量으로 乾燥되
어진다. 이 方法에 依해 生産된 炊燥正租를 14~16% 水分含量으
로 낮추기 爲해서는 단지 2時間 동안만 機械乾燥機 (空氣溫度; 85
~90℃)에 넣어두면 되는데 이것은 소금이 삼투(滲透)에 依해
水分을 吸收하므로 正租에는 들어가지 않는 理由에서이다. 쌀의
소금 含量은 대단히 적다 (0.03~0.05%) 正租의 炊燥作業中에는
脫稈되지 않고 玄米에는 먼지나 티끌 또는 다른 異物質이 그대로
남아있다. 빔 (beam)을 따라 왕겨가 벗겨지는 것은 모든 炊燥
方法中 有一한 特徵이다. 왕겨가 벗겨지지 않아 어떤 短點이 있
으나 玄米機의 效率에는 아주 미약한 영향을 미칠뿐이다.

② 키산 (Kisan)의 連續炊燥法

現存하는 炊燥機械에 있어서 現代化의 必要性和 인도에 더 많은 炊燥工場의 設立을 고려하여 간단하고, 값싸고, 用途가 多樣한 連續式 作業을 할 수 있는 機界를 研究 高안해왔다(基山크리쉬 안트 라 유더옥 1972). 12개의 隔室로 되어있는 六角탱크는 熱水로 가득차 있고 乘降機 上部로부터 正租자 移動되어 들어간다. 이 隔室들은 1번부터 順序에 따라 正租로 가득차게 되는데 한 隔室이 채워지고 다음 隔室로 넘어가는 間격은 15分이다.

出口가 열리면 물과 正租는 탱크 아래의 덤프 피트(Dump Pit ; 下落口)로 떨어지게 되는데 이 피트에는 排水가 되는 거름網이 부착되어 있다. 이 Pit로부터 2톤/h 容量의 스크류 컨베이어가 燐煤을 爲해 水浸正租를 옮겨준다. 各 隔室에는 단지 0.5톤의 正租가 들어있기 때문에 Pit 15分內에 비워지지만 15分이 다 지나갈 무렵에는 두번째 隔室의 正租가 계속적인 作業을 하기爲해서 pit로 옮겨진다. 그러므로 六角탱크로부터 계속적으로 炊燥機械로 옮겨지게 되므로 一連의 가마들은 비어있게 된다. 가마솔의 크기와 등급은 各者의 必要에 따라 적당하게 바꿀 수 있다.

燐煤실린더는 蒸氣복사열의 水平 流動과 같이 고리모양의 蒸氣室로 正租를 수직으로 흘러내리게 하는 裝置로서 穀粒을 糊化시킨다. 正租流出의 量과 速度는 마음대로 조절할 수 있다.

이 裝置(unit)는 連續的인 炊燥裝置나 가마솔 시스템에 依해 作動되어 질 수 있다. 燐煤裝置가 蒸氣대신에 熱風이 使用되어 졌다면 乾燥機로도 使用되어 질 수 있는데 그 까닭은 이 裝置는

年間 最適狀態로 利用할 수 있는 用途가 多様な 部品으로 構成되어 있기 때문에 正租를 燻燥하지 않을 때 다른 穀類를 乾燥시킬 수 있다. 炊燥機에서 나온 蒸氣는 물탱크나 正租水浸탱크를 加熱하는데 使用되지만 만일 蒸氣교환기가 機械乾燥機에서 熱風을 만드는데 쓰여진다면 炊燥機의 蒸氣는 熱 교환기로 使用되어 질 수 있다.

③ 压力炊燥法

이 方法은 1969年 後半期 인도의 티루바루 (Tiruvaru)에서 開發된 것으로 (쉬바나 1971) 主要原理는 穀粒의 糊化를 誘發시키는 压力下에서 水蒸氣를 만들어 正租内部로 水分을 투과시키는 것이다.

正租를 85~90℃의 물에 약 40分間 水浸시킨 後 18分間 压力下에서 燻燥한다. 穀粒内部의 空氣는 水蒸氣의 투과로 인해 배출되어 버리므로 결과적으로 米粒内部의 乳白 (White bellies)을 없애준다. 이 事實은 全体 炊燥作業이 1~1.5時間内に 完了된다는 것을 강력히 뒷받침하는 것이다.

이 方法에 依해 얻어진 쌀은 消費者의 기호에 맞고, 均一하게 黃色으로 分布되어 있으므로 인도의 많은 地方에서 需要가 늘 것으로 예상된다. 主要長点은 水浸時間의 減少, 脫稈率의 增加 (燻燥 中 正租의 약 80%정도가 脫稈됨) 碎米가 적어 搗精 產出量의 增加等이다. 搗精 後 등겨의 脂肪成分 增加와 쌀의 貯藏수명의 增加가 觀察되어졌다.

이 방법은 連續的인 過程에서 어느 한 段階에서 다음 段階로 轉換하기가 용이하고 在來式 方法과는 대조적으로 좁은 精米所에서도 使用할 수 있는 위치적인 長點도 가지고 있다.

④ RPEC 法

正粗의 炊煉이란 水分과 熱을 供給해 주고 시투 (Situ) 內에서 쌀澱粉은 糊化시키는 過程이다 (알리와 오자 1975.6 ; 알리와 판디아 1974). 水分과 熱은 澱粉糊化 溫度以上の 물에 水浸시켜 供給해 주거나 그 대신에 다른 두 가지 作業 即 現在 在來式과 現代式 炊煉에서 行하고 있는 것과 같은 水浸과 燻煉作業으로서 供給해 준다. 그러므로 炊煉正粗에 水分과 熱이 동시에 供給되었다는 것이 밝혀지면 이 방법은 1970 ~ 1973 年동안에 인도技術研究所 쌀搗精技術센터 (RPEC)에서 開發한 것이된다. 이 方法에는 正粗品種에 따라 適當한 시간동안 澱粉糊化 溫度 以上の 물에 水浸하는 것이 包含되어 있다. 水浸동안에 正粗는 水分과 熱을 吸收하고 炊煉過程이 完了된다. RPEC 法에 依해 生産된 正粗의 搗精質은 在來式 方法에 依한 것과 비슷하며 搗精後의 쌀 모양은 같다. 熱水에 水浸된 炊煉米의 糊化程度는 在來式에 比해 다소 낮지만 最適 炊煉시간을 감소시키는데 이것은 炊煉費用을 절감하고 다른 用途로 쓸 수 있도록 燃料을 절감할 수 있으므로 큰 長點이 된다. 最適 炊煉이 되었을 때 양쪽方法에 依해 만들어진 炊煉米의 膨脹度는 거의 같다. 熱水浸法에 依한 炊煉의 生産은 燻煉作業을 하지 않아도 되므로 在來式 方法과 現代式 方法보다 경

제적이며 또한 燻煉作業을 하지 않아도 되기 때문에 燻煉工場에서 가장 값비싼 部品인 보일러가 없어도 된다. 正租水浸水는 왕겨를 태우거나 석탄 화로에 依해 직접 가열된다.

⑤ 크롬산 소다法

冷浸동안 腐敗 變化의 調節과 乾物의 損失을 最小化하기 위한 광범위한 일련의 研究가 벵가공연구센터 (Paddy Processing Research Centre)에서 水浸水에 여러 種類의 첨가제를 使用함으로써 성취되었다 (수브라마니안 Subrahmanyan 1972). 添加劑로는 酸化劑가 유용한 것으로 觀察되었는데 그 이유는 媒質에 어느 정도 必要한 量의 酸素를 주기 때문이다. 酸化劑 反應의 機構를 알기 爲해서는 더 많은 研究가 必要하지만 現在 추측되어지는 유용한 事實은 酸化劑가 穀粒으로부터 영양분의 損失을 誘發하는 微生物과 다른 有機體의 活動을 지연시켜 惡臭가 나지 않게 하는 物質로 作用한다는 것이며 正租의 수명과는 관계가 없다.

이 方法에는 0.05 %의 크롬산소다 (Na_2CrO_4) 溶液에 40 ~ 48 시간동안 正租를 水浸하는 것이 包含되어 있다.

이렇게 함으로서 3日동안 腐敗하는 것을 防止할 수 있다. 다른 作業 다시말하면 燻煉과 乾燥作業은 보통 方式대로 행하며 추가 費用은 없어도 된다. 水浸된 正租와 쌀과 왕겨에는 아무런 냄새가 나지 않는다. 이 方法을 使用하면 正租 1 噸당 6 ~ 8 Rs. 이 作業費用에서 절감되어 지며 만일 이 技術을 소금 溶解法과 함께 사용한다면 6Rs. / 噸당正租를 더 절감하는 결과를 가져올 것이다.

現代的 炊煉工場에서의 連續作業

炊煉機와 그 附屬機械의 使用을 極大化하는 모든 單位作業의 過程分析이 多様な 連續作業과 取扱裝備의 利用 效率을 決定하곤 한다 (발 等 1974). 연속작업의 진행과정 도표는 많은 시스템 作動 原理의 適用에 必要하다. 표 31 은 炊煉過程의 여러單位 作業을 나타낸 것이다. 이 표를 사용해서 상세한 進行過程을 표32 에서 나타냈다. 進行過程表는 주어진 시스템의 최적 연속도표들 준비하기 爲한 첫번째 段階이다.

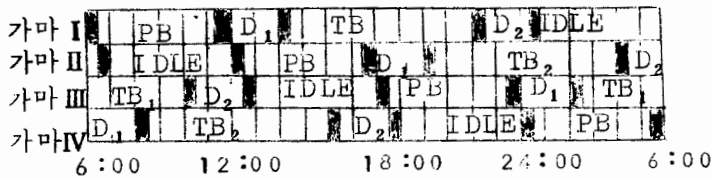
表 31. 炊煉, 乾燥過程의 세부 단위작업

作 業	소요시간	주 의
(1) 먼지, 돌, 왕겨와 다른 불순 물을 제거하기 위한 선평조의 精選	—	異物質의 量에 따라 作業 시간을 결정할 것
(2) 正租와 물의 混合物이 항상 70℃를 유지하는 熱水에 浸 透된 正租를 水浸	3.5시간	
(3) 水浸水를 排水시킨 후 4kg/cm ² 壓力下에서 飽和수증기를 注入 시켜 水浸된 正租를 乾燥	20-40分	乾燥되어지는 正租의 質과 보일러의 용량에 따라 乾燥 시간을 정할 것
(4) 첫번째 건조과정, 正租를 건조기에서 재순환시키고 95℃의 공기를 불어넣어줌	2시간	
(5) 수분을 균등히 하기 위해 조절빈에서 正租를 調濕	8시간	
(6) 두번째 건조과정 正租를 건조기에서 재순환시키고 75℃의 공기를 불어 넣어줌	2시간	

표 32. 시간당 4 톤의 正租를 炊燥, 乾燥하는 시스템의 流動工程表
 V는 수직이동거리를 나타낸다; ○作業; →移動; □검사; D遲延; ▽저장

과 정	도표 이동 부호 거리	단 위 시 간				전력 (KWh)	주의
		작업	검사	이동	자연	저장	
精 選	○					1.00	5.00
異物質의 검사	□					0.02	炊燥 과정 시작
炊燥탱크에 正租를 넣음	→	5V		0.50		2.00	1.00
炊燥에는 3.5 시간 동안 70℃에서 正 租를 水浸하고 0.5 시간동안 乾燥하는 것이 포함되어있다	○		4.00			4.00	6.00
가득찬 水浸水를 배수하기 때문에 炊燥作業이 지연됨	D				1.00		
炊燥된 正租의 검사	□		0.02			0.02	
炊燥탱크에서 正租 를 내려서 건조기 에 넣음	→	10V		0.50		0.50	1.00
버너의 연소와 건조기 의 송풍기가동으로 인한 지연	D				0.08		
건조 제 1 과정	○		2.00			2.00	10.00
건조기에서 정조를 내리 고 조절빈에 실음	→	5V		0.50		0.50	1.00
調溫, 調濕	▽					8.00	
조절빈에서 곡립을 내려 서 건조기에 넣음	→	10V		0.50		0.50	1.00
건조 제 2 과정	○		2.00			2.00	10.00
건조기에서내려져장소로보냄	→	10 (5V)		0.50		2.00	1.00 혼연과 정 끝
도정하기전 임시 저장	▽						분류 안됨

이 表는 連續的인 方法에서 어느 한 作業이나 다른 作業工程의 영향을 例를 들어 설명했으며 工程들을 서술하고 각 工程의 소요시간을 나타내었다. 이것은 각 作業이 중복되지 않는다는 것을 나타내며 過程에 必要한 裝備나 部品을 결정하는데 도움이 된다. 연속 圖表는 裝備와 機械를 사용하는 加工工場의 生産活動 시간표이며 히스토그램(histogram)의 形態로 나타내어진다. 이 圖表는 流動工程表(表 32)에 依해 만들어진다. 그림 113은 現代式 炊燥, 乾燥 工場의 連續圖表를 나타낸 것이다. 이 연속도표는 表 38에 열거된 裝備에 적용되며 現代式 쌀 搗精工場에서 現在使用하고있다.



日中 시각 (시간)

그림 113. 시간당 4톤을 炊燥 乾燥하는 現代식 公 場의
연속도표 : PB=炊燥 TB₁=조절빈 1 : TB₂=
조절빈 2 D₁=건조과정 1 D₂=건조과정 2
■ = 곡물을 싣고내림.

쌀의 搗精, 영양가, 밥 맛에서 본 炊煉의 效果

여러 要因들이 생쌀 搗精 동안에 碎米를 가져오는 可能的 原因으로 인식되었다. 胴切과 胴割 이 碎米의 한 要因으로 알려지고 있는데 그 原因은 늦은 收穫과 탈곡 그리고 너무 급작스런 乾燥가 碎米를 많이 발생시키는 胴切의 좋은 조건이기 때문이다. 未成熟한 穀粒과 屑米는 碎米化를 쉽게 하는 것이라 생각되어 진다. 水分含量과 未成熟米粒과 屑米가 많은 것도 碎米의 한 要因이라 생각되어지며 이것은 米粒의 硬度和 모양(粒形)과 관련이 있다.

短硬粒種 쌀은 일반적으로 胴切에 對한 저항성이 크다고 생각되어지며 搗精機의 形態와 意匠은 搗精結果에 영향을 미친다. (바타카리아 1969, 바타카리아와 수바라오 1966) 碎米는 搗精條件 특히 상대습도, 상대온도와 搗精의 程度에 깊은 관계가 있다. (바타카리아 1969) 생쌀과 炊煉米의 점진적인 搗精에서 脱穀(脱稈) 中에 大部分의 碎米가 나타난다는 것을 볼 수 있다. (데시카카르 등 1967: 파가벤드라 라오 등 1967, Desikachar et al. 1967: Raghavendra Rao et al. 1967) 脱稈中 碎米가 되지 않은 穀粒은 分離, 舂磨過程에서 碎米로 많이 産出된다. 碎米가 거의 胴切된 未成熟粒과 상관이 있다는 것을 알려주는 두 가지 事實은 (1) 脱稈後에는 碎米가 나타나지 않는 점 (2) 見本品에서의 總碎米數와 整粒米收率의 總損失과는 密接한 關係가 있다는 점이다. (바타카리아 1969)

炊煉過程은 碎米數를 減少시킨다고 알려져 있으며 搗精의 質的 改善으로 炊煉米의 硬度を 높여 주거나 틈(crack)을 없앨 수 있다. 이것은 炊煉過程中 생긴 틈과 不完全한 膨大와 屑米를 없앨 수 있다는 것을 전제로 했으며 그 原因은 澱粉糊化 後의 穀粒成分이 再배열 하고 접합하기 때문이다. 搗精質의 改善은 이 現象과 分명한 關係가 있으므로 炊煉後에 碎米는 거의 생기지 않는다. 炊煉의 가장 有益한 效果는 品種의 特性이나 나쁜 收穫後 作業에 依해 매우 나쁜 搗精質을 가지는 正租의 整粒米收率을 높혀 주는 것이다. 良好한 搗精의 質을 가지는 正租의 整粒米收率도 약간 增加하나 이 境遇 炊煉의 結果로 쌀의 總收率의 純增加는 상당히 적다.

研磨過程에서는 時間이 지남에 따라 研磨率과 碎米率이 增加되지만 같은 程度로 研磨하는데 걸리는 時間은 生쌀보다 炊煉米가 더 많이 걸린다. (그림. 114) 生쌀과 炊煉米는 比較的 짧은 時間內에 4~5%로 研磨할 수 있으나 高度의 研磨를 하기 爲해서는 계속적인 研磨作業이 必要한데 이것은 外部 등겨 層이 内部의 湖粉層과 胚乳層 보다 더 쉽게 벗겨진다는 것을 나타낸다. (라가벤드라 라오等 1967; Raghavendra Rao等 1967) 研磨作業 中에 생기는 碎米는 生쌀보다 炊煉米가 적으나 生쌀과 같은 程度의 研磨度를 얻기 爲해서는 약 3~4배 程度의 研磨劑가 必要하다. (라가벤드라 라오 等 1967) 그림 115는 研磨度를 높일 때 生쌀과 炊煉米의 碎米率을 나타낸 것이다.

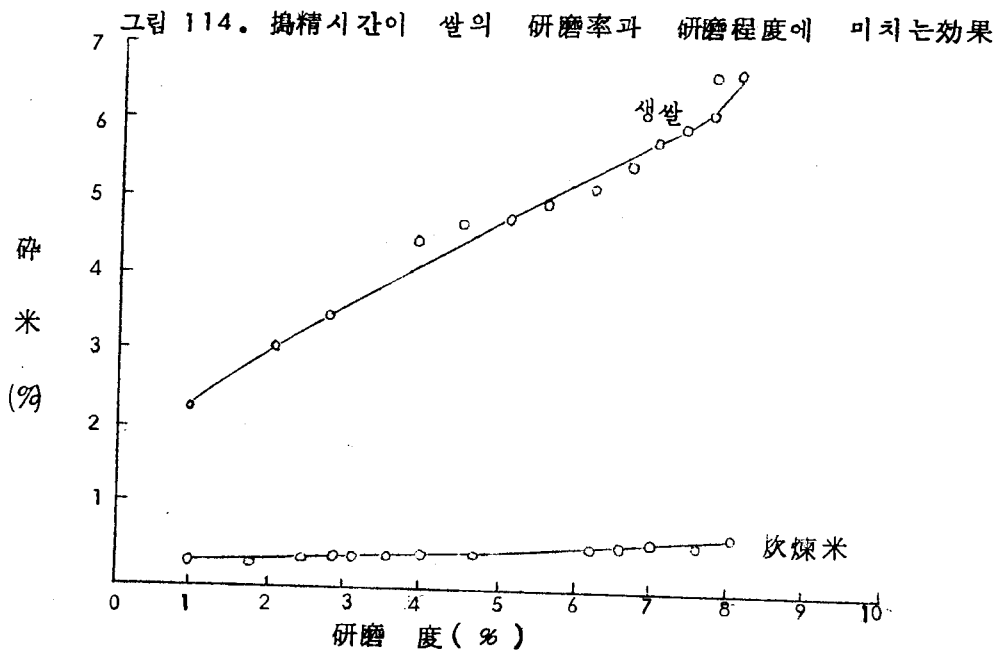
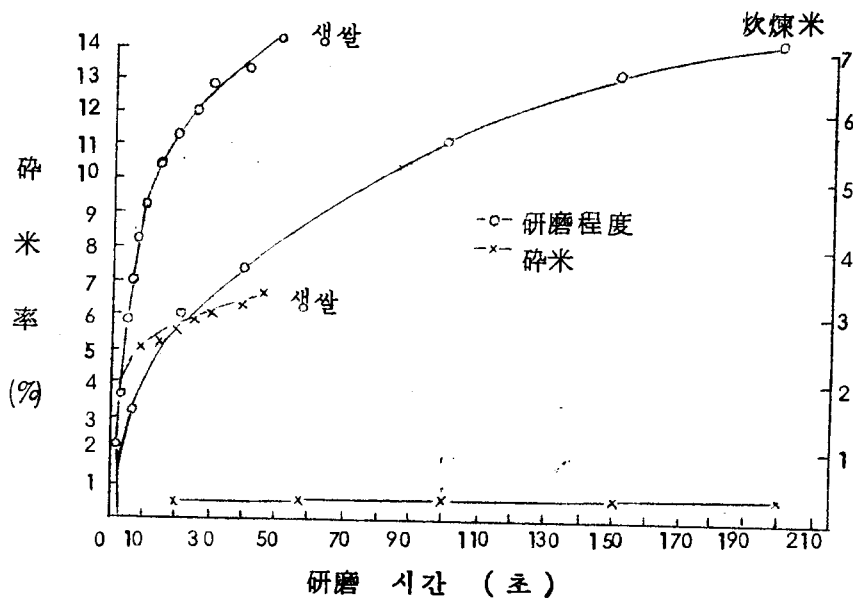


그림 115. Ratnachudi米의 研磨度에 따른 碎米率

研磨過程 中 생쌀과 炊粿米의 境遇 둘다 碎米率이 增加 하지만
 생쌀의 境遇 더욱더 급격하게 增加한다. (라가벤드라 라오 等
 1967) 研磨 中 有色 등겨의 제거는 생쌀보다 炊粿米 (특히 赤
 色品種)에서 더욱 빠르다. (라가벤드라 라오 等 1969) 有色
 등겨는 研磨程度가 다른 2 g의 見品을 알카리성 메타놀 용매에
 의해 추출할 수 있다. (라가벤드라 라오 等 1967) 혈접게 불
 어있는 등겨는 10 ml의 물에서 담구었다가 물을 따름으로서 一次
 的으로 除去되고 有色 등겨는 5% 탄산나트륨용액 25 ml에 見品을
 넣고 두번 연속으로 10 分間 끓여 줌으로서 有色이 추출되는데 이때 메타
 놀 20 ml을 혼탁을 방지하기 위해 넣어준다. 여과된 有色은 “광
 전자 색광계 (photoelectric colourimetre)”에서 420m μ 를 가르
 킨다 (42번 여과기) 玄米에서 추출된 등겨의 色素의 양은 100배
 에 달하며 어떤 研磨度에서도 除去될 수 있는 등겨 色素의 양은
 쌀 내부에 남아있는 잔여 色素를 測定하므로써 決定되어지는데 이
 것은 炊粿를 소비자의 需要에 맞게 하기 위해서는 생쌀보다 덜
 研磨해야 한다는 것을 알려준다. 그림 116은 外部 등겨의 均一
 한 除去를 爲해서 炊粿米는 생쌀보다 조금 덜 研磨해야 한다는
 것을 보여준다. (라가벤드라 라오 等 1967) 例를 들어 消費者
 들에게 만족을 줄 수 있는 最小 수준인 80%의 등겨를 除去하
 기 爲해서는 炊粿米는 약 3%, 생쌀은 약 4%로 研磨해야 한다.

炊粿米의 등겨는 薄片으로 벗겨지며 그 成分은 생쌀의 등겨와
 比較해 볼때 澱粉이 덜 含有되어 있고 脂油는 더 많이 含有되어

있다. 이 事實은 炊糜이 脱糠을 용이하게 하고 胚乳의 損失이 없게 外部 등겨를 分離할 수 있으나 등겨를 벗기는데 高压이 必要하고 研磨作業에 오랜 時間이 소요된다는 것을 나타낸다.

쌀에 붙어있는 등겨의 量은 研磨力과 研磨時間에 따라 다르다. 研磨力은 씻겨 떨어지는 등겨의 量을 조절하는 反面 研磨 시간

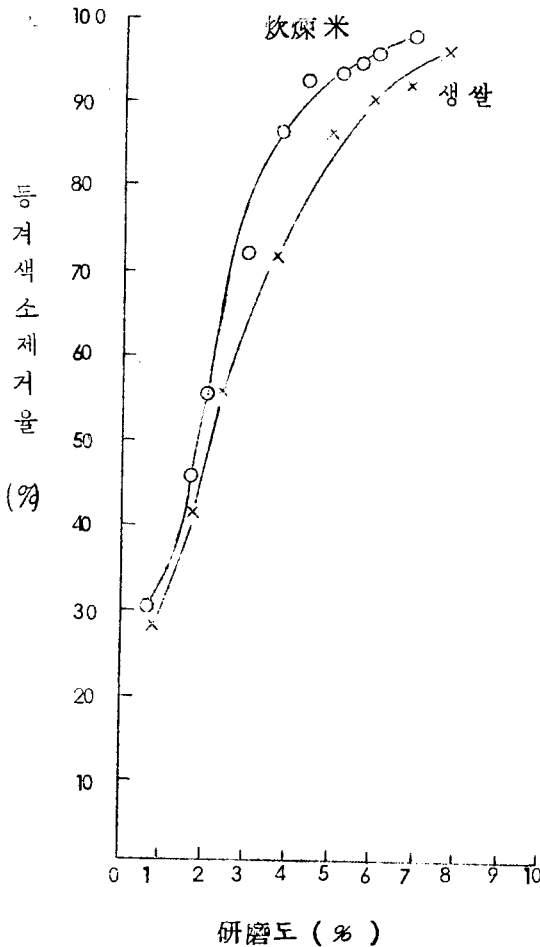


그림 116. 赤米 (Kar) 의 研磨度에 따른 등겨 색소의 제거율.

은 스크린으로 체질된 등겨의 양을 決定해 준다. 높은 研磨力으로서 짧은 시간 동안 研磨作業을 행하면 많은 양의 등겨를 除去할 수는 있으나 充分한 체질이 되는 量는다. 만약 研磨物을 除去한 後에도 계속해서 研磨作業을 행하면 스크린을 통해 쌀에 붙어있는 등겨들이 부러짐 (brushing) 과 체질이 되어질 것이다.

(데시 카카르 等 1967; 라가벤드라 라오 等 1967) 大規模 精米所

에서는 이것을 解消하기 爲해 大單位 研磨工程을 사용해서 충분한
부러짐 時間과 체질 時間을 주고있다. 높은 水分含量은 쌀에 등
겨가 붙는 경향이 높지만 빈 機械를 가동시켜 주어 체질 時間을
增加시켜줌으로 이 難點이 解消될 수 있다.

등겨의 접착문제는 炊煉米의 搗精에서만 重要하며 생쌀의 경우는
별 문제가 없다. 組織學上으로 살펴보면 炊煉米의 脂油 소구체는
찌그러지고 터져있고 生쌀의 경우는 圓型으로 나타난다. 쌀 表面
의 약 0.5% 정도가 脂油로 얼룩이져 있다면 生쌀과 炊煉米에
등겨의 부착이 많아진다. (마하데바파와 데지카카르 1968 b; 라가벤
드라 라오 等 1967; Mahadevappa and Desikachar 1968 b;
Raghavendra Rao et al. 1967)

炊煉은 손상된 生 正租와 炊煉된 正租의 搗精 質을 복구시키며
햇별, 강우 또는 잘못된 건조에 의한 부주의한 損失 또는 未成熟
한 穀粒을 많이 含有하고 있는 正租 즉 부서지기 쉽고 搗精中
부서지는 것을 防止하기 위한 最善의 方法이다 (바타카리아 1969;
바타카리아와 수바라오 1966 a)

만약 研磨程度를 最小한 소비자에게 만족감을 줄 수 있는 수준
(有色 등겨 80% 제거)으로 제한한다면 炊煉은 總收率에서는
1~1.5% 市場 수요량은 3.5%까지 增加된다. 市場에서 판매할
수 있는 쌀은 原來 크기의 1/4 以下の 碎米가 包含되어서는 안
된다 炊煉에 依해 增加된 쌀 收穫量으로 부터 얻어진 利益은 搗
精費用의 增加로 因해 상쇄되어 버린다.

그러므로 炊爇은 생쌀의 狀態에서는 多量の 碎米가 생기고 經濟
的으로 搗精할 수 없는 品種에서만 利益을 얻을 수 있다.

쌀의 營養價의 側面에서 본 炊爇의 效果

表 33 은 쌀의 平均 化學的成分을 나타낸 것이다. 이 表로서
등겨에 濃縮되어 있는 營養價가 米粒보다 많다는 것을 알 수 있
는데 그 理由는 등겨는 米粒의 外層 混合體인데 營養分의 大部分
이 玄米의 外層에 存在하기 때문이다. (表 34~36) 表 36 은
搗精中 主要 營養分의 損失을 나타낸 것이다. (FAO 1954) 이러한
營養分의 損失은 炊爇에 의해 어느 범위까지 減小되어 지는데 이
것은 炊爇米가 생쌀보다 더 많은 維生素類, 蛋白質과 무기염류가
含有되어 있으며 밥하는 동안 營養分의 損失이 적다는 것을 나타
낸다. 炊爇米가 높은 營養價를 含有하는 것은 다음과 같은 이유
에서다. (1) 胚乳內로 維生素과 다른 營養分이 拡散해 들어가고
熱封이 되며 (2) 소비자에게 만족감을 줄 수 있는 낮은 研磨度
即 등겨와 營養分의 除去를 덜 하는 것 등이다.

炊爇米는 생쌀보다 脂油나 脂肪을 덜 含有하고 있는데 그 원인
은 水浸作業이 米粒內部에 脂油和 脂肪이 결합되어 있는 상태로
부터 脂油를 떨어져 나오게 하는 어떤 酵素的 變化를 일으키고
뒤이어 炊爇作業에 의해 脂油가 米粒表面으로 이동되어 搗精하는
동안 등겨와 함께 除去되기 때문이다.

표 33. 쌀과 搗精에 의해 생긴 物質의 성분 (휴스턴과 켈러 1970 ;
Houston and Kohler 1970)

-67-

	합수탄소						무기염류와 비타민類 (mg / 100 g)							
	수분 (%)	단백질 (%)	지방 (%)	회분 (%)	합계 (%)	섬유질 (%)	칼슘	인	철분	소오다	칼륨	티아민	리보플라빈	니아신
玄米	12.0	7.5	1.9	1.2	77.4	0.9	32	111	1.6	9	214	0.34	0.05	4.7
白米														
(멥쌀)	12.0	6.7	0.4	0.5	80.4	0.3	24	94	0.8	5	92	0.07	0.03	1.6
白米														
(참쌀)	13.2	5.6	0.9	0.5	79.8	0.3	36	100	2.0	10	130	0.07	0.04	2.0
첨가米	12.0	6.7	0.4	0.5	80.4	0.3	24	94	(2.9)	5	92	(0.44)	(-)	(3.5)
長粒種,														
炊飯米	10.3	7.4	0.3	0.7	81.3	0.2	60	200	(2.9)	9	150	(0.44)	(-)	(3.5)
長粒種,														
加熱米	9.6	7.5	0.2	0.2	82.5	0.4	5	65	(2.9)	1	-	(0.44)	(-)	(3.5)
등겨	9.7	13.3	15.8	10.4	50.8	11.5	76	1386	19.4	trace	1495	2.26	0.25	29.8
研米糠	9.8	12.1	12.8	7.6	57.7	2.4	69	1106	16.1	trace	714	1.84	0.18	28.2

주의 : 철분, 티아민, 니아신의 괄호안의 값은 동일한 標品の 최소 함량을 기초로 한 것이다.

밥의 品質面에서의 炊爨의 效果

밥의 質은 밥짓는 時間, 膨脹力, 拡張比, 색깔, 澱粉粒의 固形成分과 찰기 等으로 表示한다.

① 밥짓는 時間

생쌀이 끓는 물에서 完全하게 밥이 될때까지 걸리는 時間은 약 15~20分이다. 반면 炊爨米는 적당하게 밥이 될때까지 약 30~40分이 걸린다. 생쌀은 물 吸收를 계속하면서 20分 内に 밥은 되지만 米粒은 原形을 잃어버리고 거의 平平하게 되고 腹胚線을 따라 拡散해서 터져서 물같이 되어버린다. (쿠리엔 等 1964 ; 마하데바파와 데지카카르 1968 a ; Kurien et al. 1964 ; Mahadevappa and Desikachar 1968 a)

② 膨脹力

이것은 처음과 마지막 쌀의 부피와 길이의 比이다. 膨脹力에 依해 左右되는 吸水力은 동일한 밥짓는 時間에서 볼 때 炊爨米가 생쌀보다 많이 낮다. 그러나 생쌀과 炊爨米의 見本品을 同一한 軟度로 밥을 할때 炊爨米는 米粒의 모양을 變化시키지 않고 더 많은 量의 물을 吸收한다는 것을 알수 있다. (마하데바파와 데지카카르 1968 b) 15~20分間 끓인 생쌀은 30~40分間 끓인 炊爨米보다 상당히 낮은 膨脹比를 보이며 半炊爨米는 中間程度의 膨脹力을 가지고 있다.

③ 拡大比

이것은 밥이된 쌀과 밥을 하지 않는 쌀의 体積比이다. 炊燥米의 길이와 幅의 拡大比는 같은 시간동안 끓인 생쌀의 比보다 작다. (마하데바파와 데시카카르 1968 b)

똑 같은 軟度의 炊燥米와 생쌀에서 炊燥米의 幅이 더 넓게 膨脹된다. 幅의 拡大差는 상당히 크지만 길이의 拡大差는 적다.

④ 색깔

炊燥은 搗精米의 특징과 모양을 變化시키지만 끓여서 밥을 할 때의 米粒은 생쌀과 같이 거의 흰색이다.

⑤ 澱粉粒의 固形成分

표 34. 쌀에 있어서 티아민과
니아신의 비교 분포率
(중앙식량기술연구소 1969)

			티아민	니아신
과피, 종피, 호분층			34.50	85.50
外 胚 乳			4.30	7.80
内 胚 乳			3.70	4.50
	胚		10.80	0.60
胚	盤		47.00	1.60

澱粉粒 内の 固體成分을 잃는 것은 炊燥米보다 생쌀의 경우가 훨씬 많은데 그 이유는 炊燥米에서 澱粉粒은 糊化되기 때문이다. 半炊燥米는 中間程度의 損失量을 가진다.

⑥ 찰 기

炊燥米를 糊化에 依해 생쌀보다 더 조각나기 쉽다. 쌀의 貯藏이나 後熟은 이런 성질을 改善해 준다. (Desikachar 等 1969;

표 35. 玄米의 연속제거 되어진 조각의 무게와 단백질 함량

제거된 米粒무게	제거되어진 총누적무게	조각의 단백질 함량	조각에 있어서의 총 단백질량	제거되어진 총 누적단백질량
4.52	4.52	16.24	8.36	8.36
5.60	10.12	21.01	13.41	21.77
5.54	15.66	19.64	12.39	34.16
5.88	21.54	17.37	11.63	45.79
5.56	27.10	15.05	9.53	55.32
6.32	33.42	12.38	8.91	64.23
4.88	38.30	10.12	5.63	69.85
3.12	41.22	8.60	3.05	72.90

표 36. 도정 중 주요 영양분의
대략損失量 (FAO 1954)

도정 중 損失量 (총량에서 의 %)	
단 백 질	15.0
지 방	85.0
칼 슴	90.0
티 아 민	80.0
리보플라빈	70.0
니 아 신	68.0
판 토 테 닉 산	62.0
피 리 독 신	56.0

메시카카르와 수바타마니안
1959)

밥이 된 後 炊 燉米의 穀粒
은 같은 品種의 생쌀보다
더 크며 거칠어지고 굵어진
것 같은 인상을 준다. (마
하데바파와 메시카카르 1968
a) 이것은 밥짓는데 걸리
는 시간, 吸水力, 그리고 炊
燉의 結果로서 米粒체적의
變化 등의 差異에서 기인된

다고 생각되어 진다. 炊 燉과 糊化에 依해 穀粒이 단단해 지기

때문에 부드럽게 밥을 짓는데 오래걸리고 이 時間동안에 米粒이 터지지 않고 더 많이 膨脹할 수 있다. 炊燥米의 吸水比는 原来의 吸水比보다 낮다. 한편 생쌀은 20分 以内に 밥이 되어질 때 細胞含有物의 分散에 依해 더 빨리 물이 吸收되어 그 物理的인 構造를 잃어버린다. 穀粒의 外觀上 모양은 穀粒의 길이와 幅 또는 두께의 比에 의 해 결정된다. 밥지는 後 幅에 다른 炊燥米의 비교적 큰 膨脹은 짧고 통통한 외모에 依해 생긴다. (마하데바파와 데시카카르 1968 b)

炊燥米의 質의 면에서의 炊燥條件의 效果

炊燥過程에는 膨脹의 原因이 되는 水浸, 燻燥作業과 수축의 原因이 되는 乾燥作業이 包含되어 있는데 乾燥作業 동안의 不完全한 수축은 穀粒의 全般的인 變化의 原因이 될수도 있다. 炊燥米의 平均幅은 같은 品種의 생쌀보다 넓다. 현미경으로 搗精된 炊燥米粒의 胚芽 끝 部分의 둘레를 살펴보면 (마하데바파와 데시카카르 1968 a, b) 이 部分이 炊燥에 依해 약간 짧아졌다는 것을 추측할 수 있다. 一般的으로 炊燥米를 약간 낮은 程度로 研磨한 것은 炊燥米粒의 幅을 다소 크게했다고 할 수 있다. 60 ~ 65℃의 熱水에 正租를 水浸시키는 것은 쌀의 膨脹力을 상당히 減小시킨다. 뒤이어 燻燥作業은 膨脹比를 더욱더 減小시킨다. 즉 긴 燻燥時間은 쌀의 膨脹力을 낮추어 준다 燻燥의 結果로서 膨脹力의 減小比

는 燻燥期間의 첫 10 ~ 15 分이 가장 크다고 관찰되었다. 燻燥期間이 길어져서 穀粒을 硬化시키고 이 結果 搗精동안 整粒米 收率이 좋을지라도 쌀의 膨脹質은 逆效果를 가져온다.

炊燥도중의 엄격한 熱處理는 炊燥米의 밥의 質과 색깔을 결정하는 主要因이라는 것이 명백하다. 만일 부드러운 밥이 되고 전혀 色을 띠지 않기를 바란다면 最小時間동안 상당히 낮은 溫度 (70℃ 以下)에서 水浸시키고 燻燥正祖를 급속 冷却시키는 것이 必要하다. 炊燥後에 急速히 冷却을 시키는 것은 大規模 作業에서 가장 중요한 것이다. 그 逆條件下에서는 단단하고 짙은색의 쌀이 生産된다. 그러나 燻燥이 밥의 質적인 面에 상당히 영향을 미치는 경우가 있는 反面에 水浸溫度는 색깔에 더 많은 영향을 미친다. (바타카리아와 수바라오 1966 b) 炊燥하는 동안에 탈색하는 것은 重황산염에 依해 抑制되어 질 수 있는 非酵素性 메일라드型(Maillard-type) 褐色化(browning)에 依해 주로 탈색되지만 다른 要因들도 역시 包含되어 있다.

炊燥米의 白色度에 있어서 水浸時間과 溫度 그리고 燻燥 壓力과 時間의 效果를 그림 117에서 나타내었다 (Jayanarayana 1965) 등겨의 一部分은 水浸, 燻燥過程 中에 胚乳內에 들어가게 되는데 이 등겨層은 쌀의 색깔을 더욱 진하게 할 것이며 色 그자체는 등겨가 遊離糖과 아미노산을 풍부하게 함유하고 있으므로 메일라드반응 (Maillard reaction)에 의해 더욱 진하게 된다. 水浸도중 왕겨가 찢어진다면 왕겨의 色素도 역시 胚乳內로 擴散되거나 米粒에 吸收

白
色
度

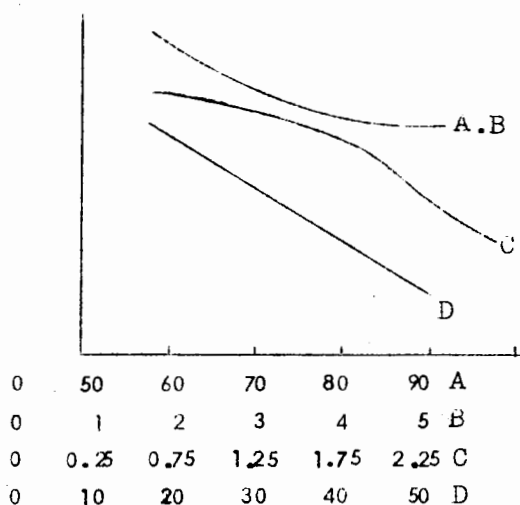


그림 117. 炊煉米의 생쌀에 미치는 여
러 工程의 효과 A = 水浸溫
度(℃) ; B = 水浸時間(h) ;
C = 炊煉壓力(kg/cm²) ; D = 炊
煉時間(分)

되어 色을 짙게 하는데
기여한다. 많은 正粗品
種들의 왕겨 色素는 뜨
거운 물에 다소 溶解되
어지고 만약 色素가 익
은 왕겨에서 추출된다면
摺漚된 생쌀에 依해 쉽
게 吸收된다. 이 두가
지로서 高温水浸이 짙은
색깔을 誘發하는 效果를
거의 說明할 수 있다.
또한 水浸 媒체의 PH도
炊煉米의 色에 영향을

미친다. PH 4.5 근방에서는 脫色이 增加한다. (Jayanarayana
1965)

[貯藏동안에 일어나는 炊煉의 變化]

炊煉米는 開放된 用器나 密閉된 用器에서 貯藏한다. 貯藏동안에
水分含量, 色, 構成物質과 油類에 變化를 일으킨다.

水 分

開放된 곳에서 貯藏된 쌀의 水分含量은 곧 주변 공기의 水分含

량과 같은 水準이 된다. 溫度가 높은 곳에 저장된 쌀의 水分含量은 신속히, 대량으로 損失되므로 密閉貯藏한 쌀과 開放貯藏한 쌀과는 差異가 난다.

色

炊粳米는 밝은 중간정도의 琥珀色을 띤다. 乾燥된 全整粒 炊粳米의 色은 훈터 比色計(Hunter color metre)와 色差 測定器로서 測定할 수 있다. E, 即 色差는 原来的 標準 見本米를 使用해서 測定함으로서 계산된다.(휴스턴 등 1956) 炊粳米의 色變化는 開放貯藏하거나 密閉貯藏하든지 간에 室溫(25℃)에서 약1년이 경과해도 약간의 變化 혹은 전혀 變化가 없으므로 처음보다 약간 增加하는 것이 特異하다. (그림 118) 빛을 받는 곳에 貯藏된 쌀은 어두운 곳에 貯藏된 쌀보다 다소 어두운 色을 띤다. 그림 119에서 38℃에서의 色差는 처음보다 增加한다는 것을 보여준다. 약 4개월까지는 약간의 變化가 일어났으나 時間이 지남에 따라 계속 줄어들었다. 이러한 狀態에서 密閉된 곳에 貯藏한 쌀이 開放된 곳에 貯藏한 쌀보다 褐色化가 더 잘된다. 60℃에서 密閉된 곳과 開放된 곳에 貯藏한 差異는 대단히 컸다. (그림 120) 開放된 곳에 貯藏된 見本은 곧 乾燥되어 水分含量이 약 3%로 내려가고 점차 褐色化比가 減小되어진다. 密閉된 곳에 貯藏된 쌀은 原来的 水分含量을 그대로 지니고 계속 줄어들며 마침내 짙은 마호가니 褐色으로 變한다.

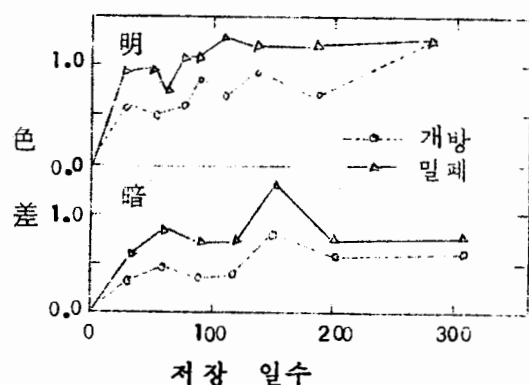


그림 118. 25℃에서 炊煉米의 色變

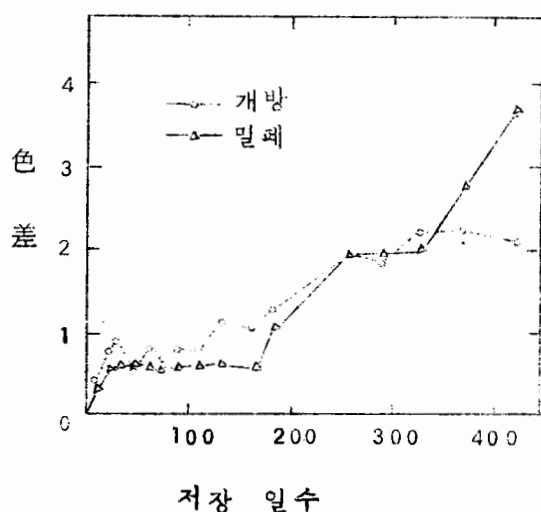


그림 119. 어둡고 온도가 38℃인 곳에서의 炊煉米의 色變化

構成物質의 變化

炊煉中 SO_2 를 添加하면 褐變化는 停止되지만 냄새는 오래 머무르지 않고 貯藏中 점차 사라진다. (휴스턴 등 1956) 이것은 SO_2 가 蒸發될 수 없는 密閉된 貯藏고에 빨리 소멸되기 때문이다. 환원 糖의 損失은 25℃와 38℃에서는 거의 같으나 60℃에서는 다소 增加한다. 이러한 損失들은 密閉된 貯藏창고에서 더 크며 그것은 始終色을 짙게한다. 많은 量의 有用 아미노질소의 환원이 이루어진다.

脂油조각의 無用化

脂油는 穀粒中の 약 1% 미만이 함유되어 있지만 부패

하기 때문에 安全性에 대단히 影響을 미친다. 加水分解와 酸化에 依해 냄새가 發生하는데 加水分解 作用은 높은 水分含量에서

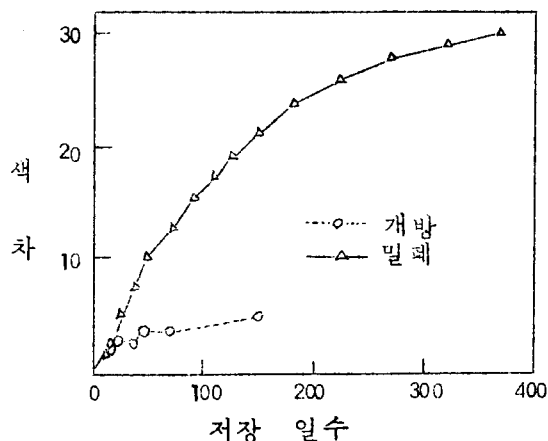


그림 120. 어둡고 온도가 60℃인 곳에서 炊燥米의 색 변화.

잘 일어나고 酸化作用은 水分含量이 낮을 때 잘 일어난다. (휴스턴 等 1954)

貯藏 炊燥米 内の 脂油 變化는 質的損失의 標準으로 使用된다. 貯藏 炊燥米에서 惡臭을 내게 되는 變化와 非酵素 的變化는 過酸化物, 單一炭素 化合物과 遊離酸에 依해 測定된다.

어두운 곳에서 開放 貯藏

開放 貯藏에서, 過酸化物, 單一炭素化合物과 遊離酸은 유도기간 中에는 적게 남는다. 그 후 惡臭가 없어질때나 그 직전에는 현저하게 增加한다. (그림 121 ~ 123). 그때 過酸化物과 單一炭素化合物의 잔여 價가 낮아져서 減少하고 惡臭는 없어진다. 遊離酸 價는 많이 남아 있거나 점차 增加한다. 單一炭素化合物은 25℃ 때는 1年만에 60℃에서는 1개월만에, 82℃에서는 약 1주일만에 극대점에 達한다.

어두운 곳에서 密閉 貯藏

25℃와 38℃의 密閉貯藏에서는 過酸化物과 單一炭素化合物의 變化는 開放貯藏의 경우와 비슷하나 유도 기간이 더 길다. 60℃

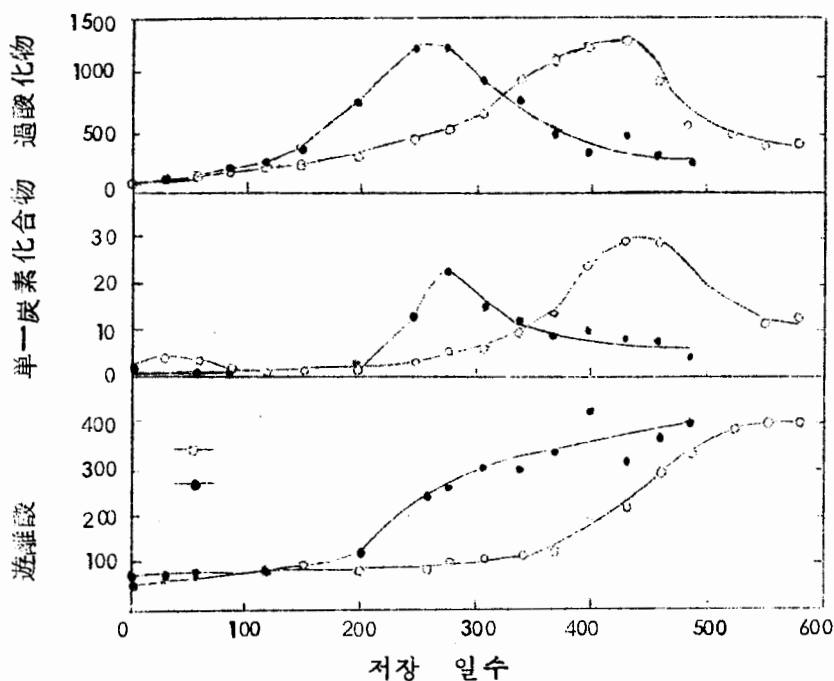


그림 121. 25℃ 온도로 어두운 곳에서 開放貯藏하는
中の 脂油의 變化.

에서는 増加를 보이지 않으며 遊離酸은 세 가지 溫度에서 거의
직선적으로 増加한다. (그림 124 ~ 126)

빛을 받는 곳에서의 貯藏

光線은 炊燥米에서 室温 (25℃)에서 계속 貯藏 할 때에 貯藏
壽命 減少에 놀라운 영향력을 미친다. 만일 貯藏 구역이 햇빛을
잘 받는다면 貯藏中에 부패하기 시작한다. (휴스턴 等 1954, 1956)
密閉貯藏과 開放貯藏의 差는 양지와 음지에서 貯藏했을 때의 差보

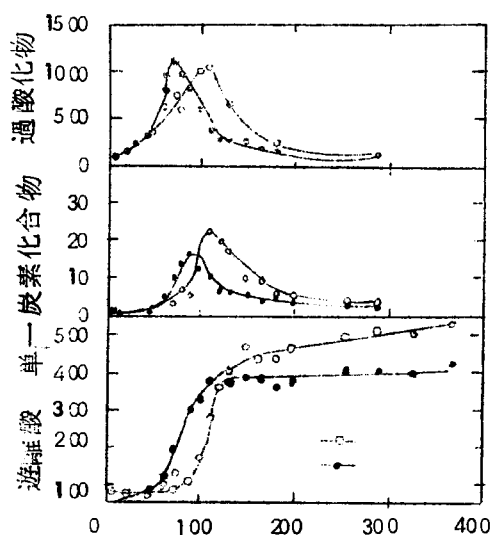


그림 122. 38℃일때 어두운
곳에서 開放貯藏하는
동안 脂油의 變化

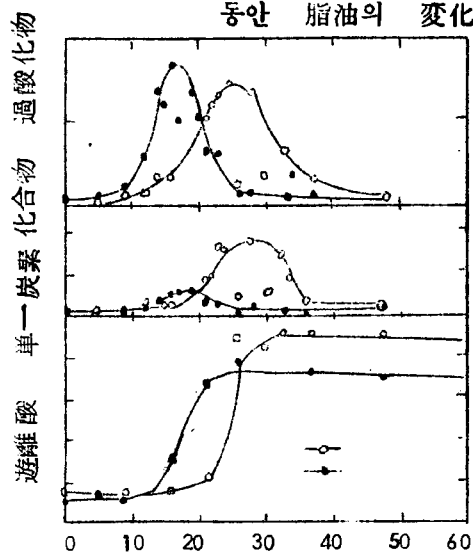


그림 123. 60℃일때 어두운
곳에서 開放貯藏하는
동안 脂油의 變化

다 다소 적다. 炊燥米의
貯藏壽命은 品種 뿐만 아니
라 工程處理에서도 左右된다
는 것이 研究結果로 밝혀졌
다. 그러므로 貯藏壽命은
보존의 質과 다양한 제조
工程에 依한 大規模 生産의
出現으로 길어질 수 있을
것이다.

[炊燥에 所要되는 熱量計算]

正租 1톤을 炊燥하는데
必要한 總熱量을 計算하기
위해서 다음과 같은 가정을
세워보면 (1) 正租 水分含量
을 16%에서 50%로 增加
시키고 (2) 正租의 용적밀도
= 580 kg/m^3 (3) 正租의 微
細孔 = 50% (4) 水浸溫度 =
90℃ (5) 초기 正租溫度 =
25℃ (6) 正租와 물이 混合
된 溫度 = 70℃ (7) 水浸直後
의 正租溫度 = 65℃

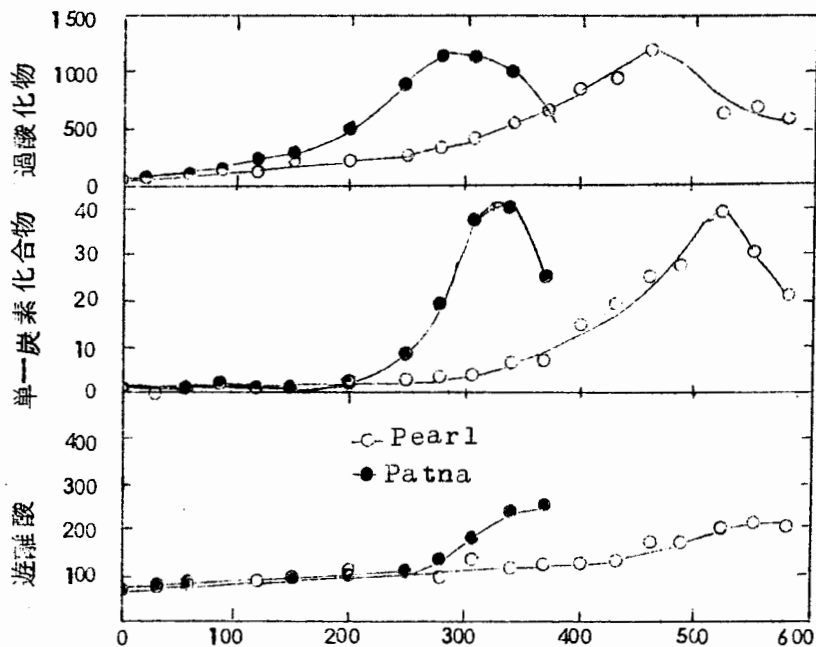


그림 124. 25℃일때 어두운 곳에서 密閉貯藏하는 동안 脂油의 變化.

(8) 燻燥直後の 正租의 温度 = 100℃ (9) 燻燥할때의 損失되는 熱量 = 20% (10) 乾燥正租의 비열 = 0.4 kcal/kg℃ 이다.

水浸作業

水浸作業에 必要한 물의 總量은 아래와 같다

$$W = W_d(m - m_0) + W_p$$

단 : W = 물의 무게 (kg), W_d = 正租의 무게 (kg),

m = 최종수분함량 (%), m_0 = 최초수분함량 (%),

W_p = 빈 공간을 채우는데 必要한 물의 무게 (kg)

遊離酸 単一炭素化合物 過酸化化合物

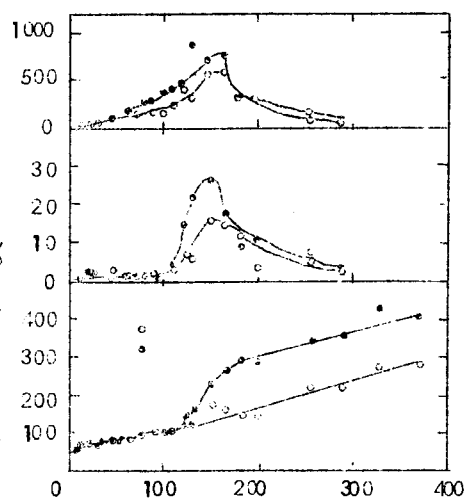


그림 125. 38℃일때 어두운
곳에서 密閉貯藏
하는 동안의 脂油
의 變化

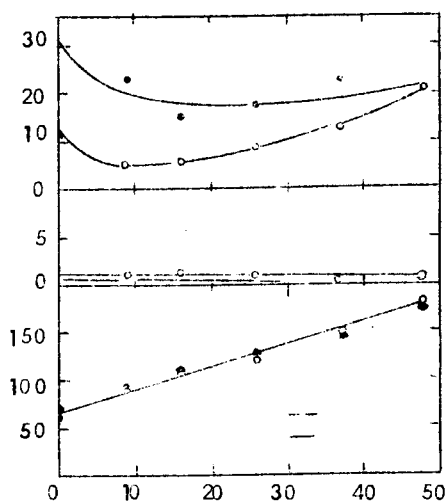


그림 126. 60℃일때 어두운
곳에서 密閉貯藏
하는 동안의 脂油
의 變化.

예를 들어 1톤의 正租에서는

$$\begin{aligned} W &= 1000(50-16) + 0.5 \times \frac{1000}{580} \times 1000 \\ &= 340 + 862 \\ &= 1202 \text{ kg} \end{aligned}$$

作業도중 損失을, 감안 해서 10%를 添加할 때 물의 總量

$$\begin{aligned} &= 1202 + 120 \\ &= 1322 \text{ kg} \end{aligned}$$

물 溫度를 25℃에서 90℃로 올리는데 必要한 熱量 (kcal)

$$= 1322 \times (90 - 25) = 85930 \approx 86000 \text{ kcal}$$

燻煉作業

燻煉作業 동안 正租에 얻어진 열량은 다음과 같다.

$$E = WP \times CP \times T + Wx \times Cw \times T$$

단 ; E = 燻煉동안 正租에 얻어진 熱量 ($k cal$), WP = 乾燥

正租의 무게 (kg), Cp = 乾燥正租의 비열 ($k cal/kg^{\circ}C$)

T = 燻煉正租와 水浸正租의 溫度差 ($^{\circ}C$), Wx = 水浸正租에

서의 물 무게 (kg), Cw = 물의 비열 ($k cal/kg^{\circ}C$)

그러므로, E

$$= 667 \times 0.4 \times (100 - 65) + 333 \times 1 \times (100 - 65)$$

$$= 267 \times 35 + 333 \times 35$$

$$= 9345 + 11655$$

$$= 21000 k cal$$

燻煉도중의 熱損失 20%를 감안할 때 $E = 21000 + 4200 =$

25200 $k cal$

乾燥作業

假定 : (1) 얻어진 水分 = 16 ~ 50% (2) 總乾燥時間 = 4時間

(3) 乾燥機의 小容能力 = 7 톤 (4) 氣流비율 = 350 m^3 /分 (5) 平均

大氣溫度 = 25 $^{\circ}C$ (6) 乾燥 공기온도 = 80 $^{\circ}C$

氣溫을 25 $^{\circ}C$ 에서 80 $^{\circ}C$ 로 올리는데 必要한 熱量

$$Ed = A \times d \times C \times t$$

단, Ed = 氣溫을 올리는데 必要한 熱量 ($k cal$),

$A = \text{氣流 비율 (} m^3/\text{시간)}$ $d = \text{공기 밀도 (} 0.865 \text{ kg}/m^3 \text{)}$

$C = \text{공기 의 비열 (} 0.24 \text{ kcal}/\text{kg } ^\circ\text{C} \text{)}$ $t = \text{溫度上乘量 (} ^\circ\text{C} \text{)}$

그러므로

$$Ed = 21,000 \times 0.865 \times 0.24 \times (80-25)$$

$$= 21,000 \times 11.42$$

$$= 239,820$$

$$= 240,000 \text{ kcal}$$

4 시간 동안 乾燥 할 때 必要한 熱量 $= 240,000 \times 4 = 960,000$
 kcal 正租 1톤을 乾燥하는데 必要한 熱量 $(960,000 / 7) =$

$137,143 \text{ kcal} \div 137,200 \text{ kcal}$ 그러므로, 正租 1톤을 炊燥하는데

必要한 總熱量은 水浸, 燻燥, 乾燥作業의 合 $= 86,000 + 25,200 +$

$$137,200 = 248,400 \text{ kcal} \div 249,000 \text{ kcal}$$

왕겨의 燃料의 價値

왕겨의 平均 칼로리 價는 $3,000 \text{ kcal}/\text{kg}$ 이다. 一般 쌀 品種은 무게의 20%가 왕겨이므로 正租 1톤에서 얻어지는 왕겨의 量은 200 kg 이며 熱量은 $600,000 \text{ kcal}$ 이다. 熱效率은 45%라 假定하면 실제 使用할 수 있는 熱量은 $270,000 \text{ kcal}$ 이다. 이것은 正租의 總 왕겨含量이 炊燥作業中 必要한 熱을 供給하기에 充分하다는 것을 보여준다. 인도에 있는 어떤 精米所에서는 왕겨만으로서 炊燥을 한다. 그러나 그 精米所에서는 蒸氣熱 교환기 內에서 乾燥공기를 加熱하는 蒸氣를 만들기 위해 이와 동시에 보일러를 使用한다.

費用分析 (발 等 1974)

在来式 炊煤工場 (4 톤 / 시간)

이 炊煤工場의 作業過程圖는 그림 106에서 살펴보았으며 그 費用을 計算하기 위해 다음과 같은 假定을 세웠다. (1972 ~ 1973년 기준 費用)

- (1) 비품과 부속품 가격 (表 37) = Rs. 210,000
 - (2) 地, 건물, 부속건물 (表 37) = Rs. 400,000
 - (3) 비품과 부속품의 수명 = 10年
 - (4) 建物 等の 수명 = 25年
 - (5) 年間 可動 日數 = 250日
 - (6) 1日 可動 時間 = 20時間
 - (7) 轉賣價格 = 10%
 - (8) 資本金에 對한 利子 = 10%
 - (9) 電氣稅 = Rs. 0.70 / 톤
 - (10) 燃料 = 왕겨
 - (11) 正租 1 톤을 炊煤할 때의 燃料 費用 = 0
 - (12) 構成員 : (a) 경영자 1人 = Rs. 600.00 (b) 부경영자 1人 = Rs. 400.00 (c) 출납세원 1人 = Rs. 300.00 (d) 사원 3人 = Rs. 750.00 (e) 기술자 1人 = Rs. 400.00 (f) 경비원 3人 = Rs. 450.00 1개월 當 總 임금 = Rs. 2,900.00
- 구성원의 경비는 炊煤工程과 搗精에 똑 같이 할당한다.

表 37. 4 톤/h 를 生産하는 在來式 炊煤工場에 사용되는 비품과 비용 추정.

품 목 / 비 품	크기	면적	비용 (Rs.)
堡地	—	1.2ha	60,000
石造 水浸 탱크 (3m × 5m × 1.5m)	160t	4	40,000
燐煤 用器 (1.5m 직경 × 3m 높이)	1t	8	25,000
물 펌프	14t	1	2,000
乾燥 場 @ Rs. 16/m ²	75,000m ²	1	120,000
창고 @ Rs. 150/톤, 提精 工程과 炊煤 工程에 똑같이 할당된 비용	1600 t	1	120,000
管井	—	1	10,000
부품을 포함한 보일러	1000 kg/h	1	150,000
전기 세	—	—	2,000
출하 포장 구역	1-t 용량	1	2,000
공장 전세의 벽 @ Rs. 30/m,			
提精 工程과 炊煤 工程에 똑같이 할당	600 m	—	9,000
사무실 @ Rs. 320/m ² , 提精과 炊 煤 工程에 똑같이 할당	15 m × 5m	1	12,000
보일러실 @ Rs. 200/m ²	15 m × 8m	1	24,000
기초공사, 부속건물, 배관 等	—	—	10,000
正祖를 移動시켜 주는 깔대기가 밑에 달린 트롤러 (활차) 와 공 기압축식 바퀴, 正祖를 취급하고 체질해 주는 바케스와 가래 等	—	—	10,000
잡비 (雜費)	—	—	15,000
총 자본 투자			611,000 (610,000)

(13) 炊煤과 乾燥工程 ; (a) 보일러 공 1人 = Rs. 300.00

(b) 조수 3人 = Rs. 600.00 1개월당 총 임금 = Rs. 900.00

(14) 勞賃 ; (a) 積載 탱크와 水浸 탱크에 넣는 賃金 = Rs. 0.06/

bag (b) 陽乾 勞動費 = Rs. 2.00/톤 (c) 수선 및 유지비 =
Rs. 0.90/톤.

(15) 하루 당 正祖加工量 (4×20) = 80 톤 / 1 일

(16) 1年 당 正祖加工量 (80×250) = 20,000 톤 / 1 年

固定費用의 計算

(1) (a) 비품과 부속품의 감가상각비

$$= (210,000 - 0.1 \times 210,000) / 10$$

$$= \text{Rs. } 18,900 / 1 \text{ 년}$$

(b) 塋地, 건물과 부속 건물의 감가상각비

$$= (400,000 - 0.1 \times 400,000) / 25$$

$$= \text{Rs. } 14,000 / 1 \text{ 년}$$

공장의 총 감가상각비

$$= \text{Rs. } 33,300 / 1 \text{ 년}$$

(2) 資本 투자에 대한 이자

$$= 0.5(610,000 + 0.1 \times 610,000) (0.10)$$

$$= \text{Rs. } 67,100 / 1 \text{ 년}$$

(3) 年間 유지비

$$= \text{Rs. } 1,500 / 1 \text{ 년}$$

年間 總 固定費用

$$=(1)+(2)+(3)$$

$$= \text{Rs. } 101,900/\text{1년}$$

流動費用의 計算

(1) 전기세

$$= \text{Rs. } 0.70/\text{톤}$$

(2)賃 金

$$(a) \text{ 積載 탱크 및 水浸 탱크의 荷役 勞賃} = \text{Rs. } 0.81/\text{톤}$$

$$(b) \text{ 燐煤 作業時の 勞賃} = \text{Rs. } 2.00/\text{톤}$$

$$(c) \text{ 陽乾 作業時の 勞賃} = \text{Rs. } 2.00/\text{톤}$$

(3) 사무원과 그외 실무자들의 봉급

$$= \text{Rs. } 0.5(600+400+300+750+400+450)+(300+600)$$

$$= \text{Rs. } 0.5(2,900)+(900)$$

$$= \text{Rs. } 1,450+900$$

$$= \text{Rs. } 2,350$$

톤 당 費用

$$= \text{Rs. } 2350/2400 \text{ (1개 월에 2,400톤의 正祖를 생산한다고 할 때)}$$

$$= \text{Rs. } 0.98$$

(4) 燃料費=0

(5) 수선 및 유지비 = Rs. 0.90/톤

總流動 費用

$$=(1)+(2)+(3)+(4)+(5)$$

$$= 0.70 + 4.16 + 0.98 + 0 + 0.90$$

$$= \text{Rs. } 6.74/\text{톤}$$

그러므로 正祖의 톤 당 炊燥, 乾燥 總 費用

$$= \text{고정 비용} + \text{유동비용}$$

$$= \text{Rs. } 101,900 \times (1/20,000) + 6.74$$

$$= \text{Rs. } 5.10 + 6.74$$

$$= \text{Rs. } 11.84$$

現代式 炊燥工場 (4 톤/h)

그림 110 에서 炊燥工程과 乾燥工程을 살펴보았다. 炊燥費用을 計算하기 爲해 다음과 같은 假定을 세웠다.

(1) 비품과 부속품 가격 (表 38) = Rs. 550,000

(2) 건물과 부속건물 비용 (表 38) Rs. 190,000

(3) 비품의 수명 = 10 年

(4) 건물의 수명 = 25 年

(5) 年 間 可 働 日 數 = 250 日

(6) 販 賣 價 格 = 10 %

(7) 資本金에 대한 利子 = 10 %

(8) 電氣稅 = Rs. 0.70/톤

(9) 燃料 = 왕겨

(10) 正祖 1 톤을 炊燥할 때의 燃料費用 = 0

(11) 勞賃 (a) 약 75kg의 탱크에 正祖를 실을 때 비용 = Rs.

0.04/bag (b) 炊燥工場과 乾燥工場을 可 働 시키는 5 명의 숙

表 38. 4t/h 를 생산 하는 현대식 煉炭工場에서의 장비와 비용 추정.

품목/장비	크기	면적	비용 (Rs)
예비 精選機	6t/h	1	
보관빈(bin) 깔대기	32t	1	
多孔 증기 관이 달린 煉炭 탱크 (1.8m dia. X 2.7m high)	6t each	6	
증기관			
熱水 탱크	—	1	
화물용 승강기	32t/h	1	
벨트 컨베이어	32t/h	1	200,000
熱水 펌프	28l/s	1	
기초공사와 부속 건물	—	—	
증기와 물을 보내는 배관시설	—	—	
전기 시설물	—	—	
하역장 및 천정이 달린 철조물 (鐵造物)	—	—	
기계 전조기	10t each	2	
전조를 위한 화물용 승강기	20t/h	2	200,000
조절 빈(bin)	20t each	2	
부속물이 달린 보일러 (왕겨 연 소용)	1000kg steam/h	1	150,000
창고 @Rs. 150/톤 (도정과 煉炭工程에 똑 같이 할당)	1600t		120,000
管井	—	1	10,000
사무실 @Rs. 300/m ² (도정과 煉炭工程에 똑 같이 할당)	12.5m X 8m	1	15,000
보일러실 @Rs. 200/m ²	15m X 8m	1	24,000
잡비			20,000
총 자본 투자			739,000 (740,000)

런 기술자 Rs. 4.80/1人

(12) 構成員 : (a) 경영자 1人 = Rs. 750 (b) 부경영자 1人 =
Rs. 500 (c) 기술자 1人 = Rs. 500 (d) 사무원 4人 =
Rs. 1000 合計 = Rs. 2,750/1개월

사무원의 수는 炊燥工場과 乾燥工場과 精米所에 똑 같이
할당한다.

固定費用의 計算

炊燥工場이 하루 20時間씩 可動한다면 1年間 生産되는 正祖의
總量

$$= 4 \times 20 \times 250$$

$$= 20,000 \text{ 톤} / 1 \text{ 年}$$

(1) 비품과 부속품의 감가상각비

$$= (550,000 - 0.1 \times 550,000) / 10$$

$$= \text{Rs. } 49,500 / 1 \text{ 年}$$

건물과 부속건물의 감가상각비

$$= (190,000 - 0.05 \times 190,000) / 25$$

$$= \text{Rs. } 7,220 / 1 \text{ 年}$$

工場의 總 감가상각비

$$= \text{Rs. } 56,720 / 1 \text{ 年}$$

(2) 資本投資에 對한 利子

$$= (550,000 + 0.1 \times 550,000 + 190,000 + 0.05 \times 190,000) (0.10)$$

$$= \text{Rs. } 80,450 / 1 \text{ 年}$$

$$(3) \text{ 年間 유지비} = \text{Rs. } 2,000 / 1 \text{ 年}$$

년간 총 고정비용

$$= (1) + (2) + (3)$$

$$= \text{Rs. } 139,170 / 1 \text{ 年}$$

톤 당 費用

$$= \text{Rs. } 139,170 / 20,000$$

$$= \text{Rs. } 6.96 / \text{톤}$$

流動費用 計算

$$(1) \text{ 電気税} = \text{Rs. } 0.70 / \text{톤}$$

$$(2) \text{ 勞働賃金}$$

$$(a) \text{ 炊燥탱 크에 正祖를 넣는 作業} = \text{Rs. } 0.5 / \text{톤}$$

$$(b) \text{ 炊燥工場과 乾燥工場의 可動費用} = (\text{Rs. } 4.80 / \text{可動者}) \times \\ (5 \text{ 人} / \text{교대자}) \times (3 \text{ 人교대} / 1 \text{ 日}) \div (30 \text{ 톤의 正祖} / 1 \text{ 日}) \\ = \text{Rs. } 0.90 / \text{ton}$$

총 노동임금

$$= \text{Rs. } 0.54 + 0.90$$

$$= \text{Rs. } 1.44 / \text{톤}$$

$$(3) \text{ 사무원 봉급} = \text{Rs. } 2,750 / 1 \text{ 개월}$$

톤 당 費用

$$= \text{Rs. } 2,750 / 1 \text{ 개월} \div 2,400 \text{ 톤} / 1 \text{ 개월}$$

$$= \text{Rs. } 1.15 / \text{톤}$$

$$(4) \text{ 燃料費} = 0$$

(5) 수선 및 유지비 = Rs. 1.50/톤

總 可動費用

$$=(1)+(2)+(3)+(4)+(5)$$

$$= 0.70+1.44+1.15+0+1.50$$

$$= \text{Rs. } 4.79/\text{톤}$$

그러므로 1톤 당 炊燥 및 乾燥 總費用

$$= \text{고정 비용} + \text{유동비용}$$

$$= \text{Rs. } 6.96+4.79$$

$$= \text{Rs. } 11.75/\text{톤}$$

이러한 費用의 平価와 計算은 正祖의 복합工程 作業으로 부터 基本 投入 데이터를 취해 定한 것이다. 그러나 이것은 하루 당 生産 量이 많아야 함으로 在來式 工場의 80톤/1日이나 20,000톤/1年의 作業能力으로는 不可能하다. 炊燥과 乾燥 시스템의 2가지 型의 費用計算은 두 시스템의 經濟성을 比較해서 같은 값으로 했다. 現代式 方法에 依해 正祖 1톤을 炊燥, 乾燥하는 單位 費用은 Rs. 11.75/톤인 反面에 在來式 方法에 依해서는 Rs. 11.84/톤이다. 그러므로 現代式 炊燥, 乾燥를 하는 稻米所에서는 쌀 收率의 1~2% 程度가 産出된다고 할 수 있다.

正祖의 價格을 톤 당 Rs. 700이라 假定하면 現代式 炊燥 및 乾燥 作業에 依해 損失이 減少된 量은 톤 당 Rs. 10.50이 된다. 그러므로 現代式 炊燥, 乾燥費用은 단지 Rs. 1.25/톤 (11.75-10.50)이다.

그러므로 비록 現代式 炊爨, 乾燥法은 초기의 많은 投資와 많은 可動費用에 依해 비싸게 보이지만 추가로 生産 할 수 있는 쌀은 연간 0.4 ~ 0.8 백만톤을 供給 하게 되므로 경제적 이유 뿐만 아니라 연간 4,00만톤 生産의 기초가 되므로 권장할 만 하다.

-Nawab Ali And T.P. Ojha.-