

寒天 抽出物の 乾燥方法에 따른 寒天의 品質¹

李 哲·裴松煥

高麗大學校 食品工學科

Effects of Various Drying Methods of Agar-gel on Dried-agar Quality

Chul Rhee and Song-Hwan Bae

Department of Food Technology, Korea University, Seoul 132

Abstract

Effects of various drying conditions of agar gel on the physico-chemical properties of dried agar were investigated. For drying of the agar gel (1.0 x 1.0 x 34.0cm) by means of sun drying, simple solar drying, hot-air drying (30°C, control, natural convection), hot-air drying (30°C, pretreatment, natural convection) and freeze drying, it took 96, 75, 67, 50 and 21 hours, respectively. The gel strengths of dried agar gel prepared by sun drying, solar drying, freeze drying and spray drying were 320, 370, 270 and 360g/cm², respectively and that of hot air-dried agar gel was influenced by drying temperature, pretreatment and mode of heat transfer. The gel strength, the gelation temperature and other quality index of spray-dried agar were not inferior to those of sun-dried agar, but it was not expected to be economical because of its recovery rate. In case of hot air drying, the gel strength value of agar increased as the drying rate increased. No significant differences among various products were noted in the gelation temperature, the melting temperature, the ash and SO₂ content.

序 論

乾燥 寒天의 物性은 原藻의 종류와 抽出, 脫水 및 乾燥 工程에 따라 다르며⁽¹⁻⁷⁾, 특히 寒天의 理化學的 性質에 미치는 脫水和 乾燥工程의 영향은 매우 크다. 다시 말하면, 제조된 寒天에 殘留하는 황산기 및 회분함량은 脫水 條件에 따라 다르며, 寒天 特有의 物性인 젤리강도, 젤化溫度 및 融點은 乾燥 條件에 의해 크게 영향을 받는다.

Matsuhashi⁽⁵⁻⁷⁾는 겨울철의 寒冷한 기후를 이용한 在來式 寒天 乾燥法과 人爲的 前處理 過程(凍結, 解凍)에 의한 乾燥法은 寒天의 熱變性을 최소한으로 감소 시킬과 동시에 冷水 不可溶性 成分인 아가로스(agarose)와 冷水 可溶性 成分인 아가로펙틴(agarpectin), 회분 및 황산

기 등의 분리를 용이하게 하는 데 起因된다고 보고하였다. 이는 寒天의 熱變性이 일어나지 않는 乾燥 條件에서 在來式 乾燥法을 탈피할 수 있는 가능성을 示唆하고 있다. 또한 熱風 乾燥時 일반적으로 행해지는 低溫 乾燥法(乾燥溫度: 50~55°C)의 주된 목적도 熱에 의한 寒天의 品質 損傷을 방지하는 데 있다고 할 수 있다.

최근에 松橋鐵治郎 等⁽⁸⁾은 寒天의 乾燥에 있어서 在來의 天日乾燥法 뿐만이 아니라, 高溫 瞬間 乾燥法에 의해서도 良質의 寒天을 제조할 수 있다고 보고 하였다. 또한 林金雄, 岡崎彰夫^(9,10)는 압력 탈수법, 전기영동 탈수법, 증기 농축법 및 자외선 건조법 등에 의해 寒天 抽出物의 乾燥를 행할 수 있다고 보고하였다.

이상과 같은 사실은 寒天 特有의 物性 즉 젤리강도, 젤化溫度 및 融點 등이 凍結·融解 方法이나 乾燥溫度에만 의존하고 있는 것이 아니라, 乾燥 方法, 乾燥速度에 의해서 영향을 받고 있음을 暗示하고 있다.

1. 본 연구는 1982년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

현재, 寒天은 겨울철에 自然 凍結·融解 過程을 반복하는 天日 乾燥에 의해 製造되고 있으며, 다양한 乾燥 方法에 의해 乾造된 寒天의 理化學的 性質 및 化學成分의 變化에 관한 研究가 未洽하다. 다만 李, 趙^{1,2,4)} 등의 寒天 原藻의 前處理에 따른 寒天 収率과 品質 特性, 寒天의 理化學的 成分 조사에 국한되어 있다.

따라서, 本 研究에서는 國內에서 생산되는 寒天 原藻를 사용하여, 乾燥 方法이 寒天의 品質에 變化에 미치는 影響을 調査하였다.

材料 및 方法

材料

國內 原藻로서 부산産 烏毛가사리속(Gelidium amansii sp.)을 사용하였다. 이들 原藻는 충분히 水洗하여 嫌臍물을 제거, 試料로서 使用하였다.

寒天의 抽出

同一한 추출 조건을 유지하기 위해 추출 실험에서 수율 및 젤리강도가 우수한 0.01N HCl 處理方法에 準해 寒天 原藻를 試료로 하여 寒天 抽出을 하였다.

乾燥用 寒天 젤의 제조

天日 乾燥, 太陽熱 集熱 乾燥, 凍結 乾燥 및 熱風 乾燥 用 寒天 젤의 크기는 각각 세로, 가로 0.5cm, 1.0cm, 1.5cm, 2.0cm 및 길이 34.0cm로 製造하였다. 또한 噴霧 乾燥 用 寒天은 一定한 형태를 유지할 수 없기 때문에 松橋 鉄治郎 等⁶⁾의 方法에 따라 농도를 1.39%로 조절된 약 70℃의 寒天 抽出 溶液을 사용했다.

寒天 젤의 乾燥方法

寒天 젤은 天日 乾燥, 太陽熱 集熱 乾燥, 凍結 乾燥, 噴霧 乾燥, 熱風 乾燥에 의해 乾燥되었다.

熱風 乾燥는 30, 50, 70, 100℃에서 行하였으며, 한천젤은 대조구(control)와 전처리구(pretreatment: 寒天 젤을 -20℃에서 凍結 후, 상온수로 解凍) 그리고 自然對流와 強制對流로 구분하여 건조실험을 하였다. 噴霧 乾燥는 송풍온도 202~208℃로 조절된 噴霧乾燥機를 사용하여 行하였고, 天日 乾燥와 太陽熱 集熱 乾燥는 10日間(1983년 2월 2일~2월 11일) 실시하였다. 太陽熱 集熱 乾燥機는 本 實驗室에서 修正 製作한 물바우어型 乾燥機를 利用하였으며¹¹⁾, 凍結 乾燥는 連續 凍結 乾燥機를 사용하여 行하였다.

寒天 抽出 및 抽出液의 乾燥 工程은 Fig. 1.에 나타나 있었다.

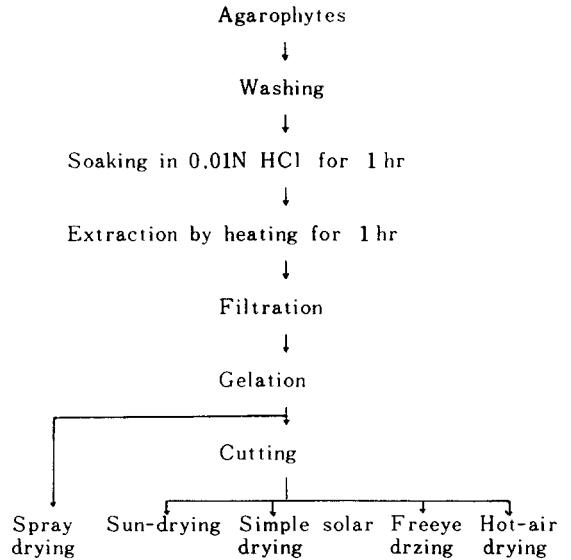


Fig. 1. Flow chart agar manufacture and its relation to drying methods

젤화溫度

試料 1.5g에 증류수 100ml를 넣고 가열 용해하여 15mm의 시험관에 용액 6ml씩 분주하여 교반기가 장치된 45℃ 恒温槽에 30분 동안 방치한 후, 전원을 끄고 0.5℃내 려감에 따라서 응고상태를 調査하였다. 응고하여 流動性이 없을 때의 온도를 젤화溫度로 하였다¹¹⁾.

融点

1.5% 寒天 溶液을 내경 10mm, 길이 100mm의 시험관에 5ml씩을 분주하여 20℃에서 15시간 방치후, 水槽에 거꾸로 놓는다. 온도를 0.5~1.0℃/min의 속도로 증가시키면서 시험관 내의 寒天 젤이 갑자기 떨어질 때의 온도를 측정하였다¹²⁾.

젤리강도

1.5% 寒天 溶液을 20℃에서 15시간 放冷한 후, 1cm²의 젤 표면이 20초간 견딜 수 있는 최대 무게를 측정하여서 젤리강도는 g/cm²로 표기하였다.

外觀密度

寒天을 細切한 후, 粉碎機를 사용하여 一定 粗粉을 만들고 一定한 진동조작에 의하여 10ml 메스실린더 秤線까지 채웠다. 이 내용중량을 측정하여 寒天의 外觀密度를 算出했다¹³⁾.

水分

秤取한 風乾 寒天 5g를 100±5℃에서 乾燥하여 최저 함량치를 구한 다음, 乾燥 前後의 중량차를 수분량으로 했으며, 수분함량은 乾物 기준으로 표시하였다⁵⁾.

全SO₃

寒天 3g을 3% 염산 100ml와 함께 4시간 者佛시킨 분해액의 全SO₃를 중량분석법(BaSO₄)에 의하여 구하였다⁶⁾.

회분

AOAC法에 따라서 정량하였다¹⁴⁾.

結果 및 考察

乾燥方法에 의한 寒天 젤의 乾燥曲線

여러가지 乾燥方法들에 의한 寒天 젤의 乾燥曲線은 Fig. 2, 3, 4 및 5에 표시하였으며, 噴霧 乾燥는 단시간에 행해 지지만 회수율(36%)이 저조하였다.

天日 乾燥, 太陽熱 集熱 乾燥, 熱風 乾燥(30℃, 대조구 자연대류), 熱風 乾燥(30℃, 전처리구, 자연대류) 및 凍結 乾燥法에서 一定 크기(1.0×1.0×34.0cm)의 寒天 젤을 수분함량 1000%(D. B.)까지 乾燥시키는 데 걸리는 시간은 각각 96, 75, 67, 50 및 21시간 이었다.

天日 乾燥, 太陽熱 乾燥 및 熱風 乾燥(30℃, 대조구, 자연대류)에서, 乾燥 時間에는 큰 차이를 보이지 않는 반면, 寒天 젤의 전처리에 따른 乾燥 時間의 차이는 대단히 컸다. 天日 乾燥 및 太陽熱 集熱 乾燥는 夜間에 凍結되었다가 晝間에 解凍되면서 乾燥되기 때문에 사실상 熱風 乾燥法(30℃, 대조구, 자연대류)과 거의 同一한 乾燥時間을 요하였다.

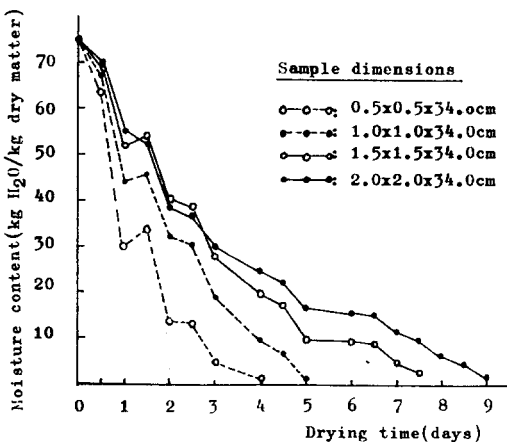


Fig. 2. Drying curves of agar gel (Sun drying)

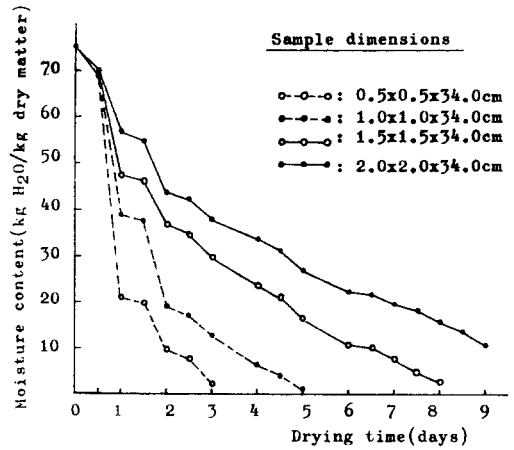


Fig. 3. Drying curves of agar gel (Solar Drying)

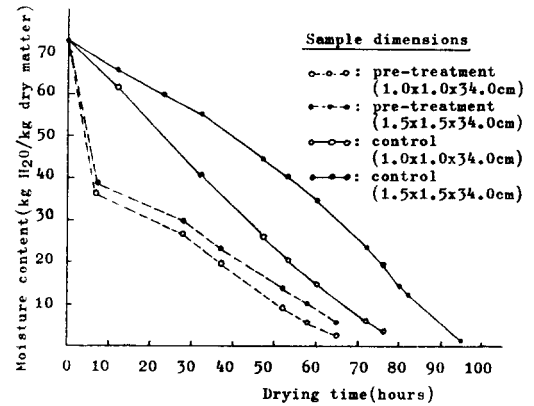


Fig. 4. Drying curves of agar gel (Hot-air drying : 30℃)

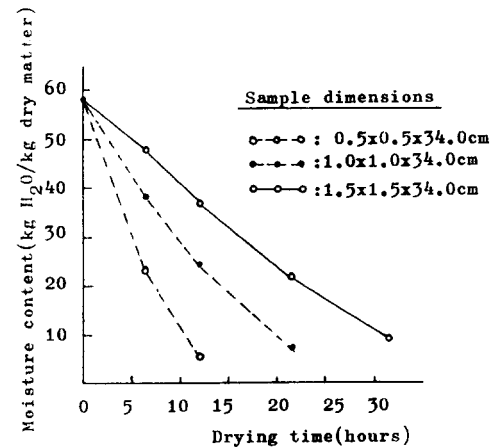


Fig. 5. Drying curves of agar gel (Freeze drying)

Fig. 2에서, 乾燥 1일과 2일 사이에 수분함량의 증가는 夜間の 기후조건으로 한천 젤에 수분이 흡수되었기 때문이라고 보여진다.

熱風 乾燥時, 전처리를 행한 寒天 젤의 乾燥速度가 대 조구의 乾燥速度보다 훨씬 증가한 것은 寒天 젤의 解凍時 수분과 寒天과의 용해 온도차에 의해 수분만 解凍되고寒天成分은 남게 되거나¹⁰⁾, 또는 寒天 미셀의 파괴로 結合 水 형태로 존재하던 寒天 젤의 수분이 寒天에서 분리되어 乾燥速度를 증가시키는 것으로 생각된다.

乾燥方法에 의한 寒天의 品質

각각의 乾燥方法에 의한 寒天의 젤리 강도와 理化學的 性質의 변화를 Table 1. 에 나타내었다.

天日 乾燥, 太陽熱 集熱 乾燥, 凍結 乾燥 및 噴霧 乾燥 方法에 의한 寒天의 젤리강도는 320, 370, 270 및 360g/cm² 이었다. 熱風 乾燥에 의한 寒天의 젤리 강도는 乾燥溫度.

寒天의 젤의 전처리 有無에 의해 다르게 나타나고 있으며, 위의 방법 중 熱風 乾燥에 의한 寒天의 젤리강도가 他 乾燥法에 비해 비교적 높은 값을 나타내었다. 특히 寒天 젤을 전처리하여 熱風 乾燥(30℃)한 경우에 있어 젤리 강도는 620g/cm²로 나타났으며, 이것은 모든 시료 중 가장 높은 수치이었다. 이는 전처리 과정 중 寒天成分과 수 분과의 結合力 약화로 인한 乾燥速度의 증가에 의해 寒天의 젤리강도가 향상되었다고 생각된다.

凍結 乾燥 寒天의 젤리강도는 270g/cm²로 乾燥方法 중 가장 낮은 값을 보였으며, 噴霧 乾燥의 경우는 天日 乾燥 보다 약간 높은 값을 나타내고 있으나, 회수율이 저조하여 경제성의 검토가 요구되었다.

乾燥方法에 따라 乾燥된 寒天의 화학 성분은 Table 2 에 나타내었다.

乾燥方法에 따라 황산기 및 회분함량의 차이는 보이지 않았으며, 젤리강도가 황산기 및 회분함량보다는 乾燥方法에 의해 더욱 영향을 받는 것으로 나타났다.

乾燥速度에 의한 寒天의 品質

同一한 乾燥條件에서 乾燥速度의 차이에 의한 젤리강도의 변화를 알아보기 위해 30, 50, 70 및 100℃에서 自然 対流와 強制對流(3m/s)로 구분하여 熱風 乾燥를 행하였다.

乾燥된 寒天의 젤리강도를 측정한 결과는 Fig. 6에 나타내었다.

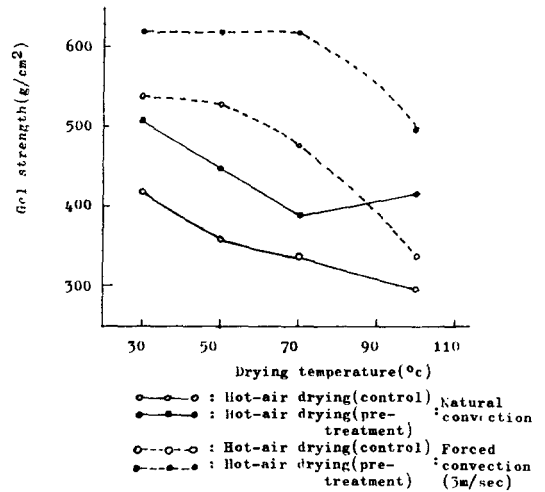


Fig. 6. The effect of air velocity on the gel strength of agar-extract

Table 1. The effect of drying method on quality of the agar gel

Drying method	Drying temp. (°C)	Gelation temp. (°C)	Melting temp. (°C)	Gel strength (g/cm ²)	Density (g/cm ³)
Sun-drying		31.5	79.5	320	0.25
Solar drying		31.5	83.0	370	0.29
Freeze drying		30.8	79.6	270	0.15
Spray drying		31.1	77.5	360	0.12
Hot-air drying # (control)	100	30.6	87.7	340	0.64
	70	30.5	80.6	480	0.65
	50	31.7	82.4	530	0.57
	30	32.1	76.8	540	0.61
Hot-air drying # (pre-treatment)	100	32.1	82.3	500	0.53
	70	32.2	74.8	620	0.53
	50	31.4	76.6	620	0.44
	30	31.5	80.6	620	0.37
Commercial agar		32.5	79.9	330	0.51

= Air velocity (3m/sec)

Table 2. Chemical composition of dried agar

Drying method		Constituents	SO ₂ (%)	Ash (%)	Moisture (% wb)
Sun-drying			4.24	6.62	18.32
Solar drying			1.88	5.87	18.39
Freeze drying			1.15	4.55	18.32
Spray drying			1.81	4.48	11.72
		Drying temp (°C)			
Hot-air drying # (control)	100		2.10	6.03	10.22
	70		1.80	5.24	9.40
	50		1.79	5.60	13.09
	30		0.79	4.51	14.38
Hot-air drying # (pre-treatment)	100		1.26	4.68	4.82
	70		3.14	4.62	11.32
	50		1.28	4.39	13.13
	30		1.63	4.41	16.86
Commercial agar			0.51	4.48	8.67

: Air velocity (3m/sec)

寒天의 젤리강도는 乾燥速度的 증가에 따라 현저하게 증가하였으며, 전처리 有無보다 송풍에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 즉, 30°C와 100°C 범위에서 전처리구, 자연대류 乾燥寒天보다 대조구, 강제대류 乾燥寒天의 젤리강도가 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 50~100°C 乾燥溫度 범위에서 보다 뚜렷하였다.

要 約

국내에서 생산되는 寒天原藻를 사용하여 乾燥方法이 寒天의 品質變化에 미치는 영향을 檢討하였다. 天日 乾燥, 太陽熱 集熱 乾燥, 熱風 乾燥(30°C, 대조구, 자연대류), 熱風 乾燥(30°C, 전처리구, 자연대류) 및 凍結 乾燥法에서, 寒天 젤(1.0×1.0×34.0cm)을 수분함량 1000%(D.B)까지 乾燥시키는 데 걸리는 시간은 96, 75, 67, 50 및 21 시간 이었다.

天日 乾燥, 太陽熱 集熱 乾燥, 凍結 乾燥 및 噴霧 乾燥法에 의한 寒天의 젤리강도는 320, 370, 270 및 360g/cm²로 나타났다. 熱風 乾燥法에 의한 젤리 강도는 乾燥溫度 寒天 젤의 전처리 有無 및 熱傳達 形態에 의해 다르게 나타났다. 他 乾燥法에 비해 비교적 높은 값을 나타냈다.

熱風 乾燥時, 전처리 과정을 거친 寒天 젤의 乾燥速度가 대조구의 乾燥速度 보다 훨씬 증가하였으며, 寒天 젤의 乾燥速度的 증가에 따라 寒天의 젤리강도는 현저하게 증가되었다.

참고문헌

1. 李瑞來, 趙漢玉, 朴尚基 : 한국식품과학회지, 7, 109 (1975)
2. 趙漢玉, 鄭萬在, 李瑞來 : 한국식품과학회지, 7, 115 (1975)
3. Tetsujiro Matsuhashi: *J. Food Sci.*, 42, 1396 (1977)
4. 趙漢玉, 李瑞來 : 한국식품과학회지, 6, 36 (1974)
5. Tetsujiro Matsuhashi: *Refrigeration* (Tokyo), 49, 397 (1974)
6. Tetsujiro Matsuhashi: *Refrigeration* (Tokyo), 49, 405 (1974)
7. Tetsujiro Matsuhashi: *Refrigeration* (Tokyo), 49, 409 (1974)
8. 松橋鉄治郎 : 日本食品工業学会誌, 17, 1 (1970)
9. 林金雄 : 化学と 生物, 6, 88 (1968)
10. 岡崎彰夫 : 食品工業, 12(2), 18 (1969)
11. 李哲, 裴松煥 : 農林論集 (高麗大学校 農科大学, 22, 111 (1982)
12. Tetsujiro Matsuhashi: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 37(5), 441 (1971)
13. 林金雄, 岡崎彰夫 : 寒天 Handbook, 光林書院 (1970)
14. A. O. A. C. : *Association of Official Analytical Chemists*, 13th ed. Washington, D. C. (1980)

(1983년 11월 27일 접수)