

조립화된 분말식품의 인스탄트성질에 영향을 미치는 인자

박현진 · 이 철

고려대학교 식품공학과

Factors Influencing Instant Properties of Agglomerated Food

Hyun Jin Park and Chul Rhee

Department of Food Technology, Korea University, Seoul

Abstract

Influencing factors on the instant properties of agglomerated parched barley powder prepared by fluidized bed agglomerator were investigated. Instant effect was measured by the determination of wettability, sinkability, dispersibility and solubility of agglomerated particles. Instant effect of agglomerated particle was influenced by sorts of binding materials, concentration of aqueous binder solution and agglomerated particle diameter. The binding materials for agglomerated process were water and aqueous solution of glucose, maltose and gelatin. Instant effect of agglomerated particles increased as the concentration of aqueous sugar solution increased. However, the effect of aqueous solution of gelatin on instant effect was inversely proportional to the concentration. The size of agglomerated particle had an outstanding effect on instant properties and the diameter of agglomerated particle ranging from 0.1 mm - 0.3 mm showed the excellent instant effect.

서 론

근래 분말식품의 중요한 품질인자인 인스탄트성질의 개선은 작은 분말입자를 서로 접촉시켜서 큰 입자로 만드는 조립공정(agglomeration process)⁽¹⁻⁴⁾이 가장 효과적인 방법으로 알려져 있다.

조립공정에 의한 분말식품의 인스탄트화는 무엇보다도 분말입자의 습윤성, 침강성, 분산성 및 용해성의 개선에 근거하고 있다. 즉 코코아, 커피, 밀가루, 분말 전분 및 분유와 같이 조립입도 크기 100 μ m 이하의 분말식품들은 물에 용해될 때 여러 종류의 단백질과 콜로이드류⁽⁵⁾에 의한 팽창과정으로 인하여 수분의 침투속도가 낮은 겔층을 형성하며, 이러한 현상은 건조분말식품의 인스탄트화를 저해하는 요인으로 이해되고 있기 때문이다.

분말식품의 인스탄트성질에 영향을 미치는 인자중의 하나는 조립공정에서 사용되는 바인더의 종류⁽⁶⁻⁷⁾이다. 최근에 瀧本⁽⁸⁾은 원료분말의 표면물성에 따라 바인더를 선택해야 하며, 바인더 용액의 성질, 농도 및 점도가 조립입자의 인스탄트성질에 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 현재 젤라틴, 아라비아검, C.M.C, H.P.C, 텍스트린, 맥아당, 알긴산, 포도당, 유당 등이 바인더로 사용되고 있다. 한편 바인더 용액의 농도가 증가하면 조립입자의 평균입도도 증가되는 것으로 알려져 있

다. 이밖에 조립된 입자들의 인스탄트성질에 영향을 미치는 인자는 조립입자의 크기이다. Schubert⁽⁹⁾는 코코아 분말을 설탕용액으로 조립한 조립입자를 물에 용해 할 때 너무 작은 입자는 습윤시키는데 긴 시간을 소요하는 반면 너무 큰 입자는 습윤과 침강이 용이하지 않음을 밝히고 최적 조립입자의 크기를 조사하였다.

전술한 바와 같이 조립화된 분말식품의 인스탄트성질⁽¹⁰⁾은 바인더의 종류, 바인더 용액의 농도 및 조립입자의 크기에 영향을 받고 있으나 이들 인자들이 인스탄트성질에 미치는 영향에 대한 체계적인 연구가 미흡하였다.

본 연구는 보리 미숫가루를 시료로 하여 유동층 조립기(fluidized bed agglomerator)로 조립하였으며, 조립입자의 건조온도, 바인더의 종류, 바인더 용액의 농도, 및 조립입자의 크기가 인스탄트성질(습윤성, 침강성, 분산성, 용해성)에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

분말식품중 시중에서 제조한 보리 미숫가루를 사용하였으며 입자의 크기는 100 μ m 정도이다. 이들 시료의 일반성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Chemical composition of the parched barley powder

Constituents	Moisture	Crude protein	Crude fat.	Crude ash	Total sugar
Content (%)	7.80	10.14	1.80	0.89	77.40

바인더의 선택.

미숫가루 음료의 향미에 큰 변화를 주지않는 바인더로써 물과 맥아당, 포도당, 젤라틴의 수용액을 사용하였다.

조립공정

보리 미숫가루를 유동층 조립기로 조립하였으며 유동층 조립기의 구조는 Fig. 1에 나타내었다. 분말식품을 조립기에 넣고 진공펌프를 이용하여 분말입자를 부유시키고 그 위에서 바인더 용액을 노즐을 통해 분무시켜 입자를 서로 조립한다. 조립후 바인더 용액의 공급을 중단하고, 80°C의 건조한 공기를 불어넣어 조립입자를 건조시킨다. 이 건조된 조립입자의 수분함량은 2~3%(W.B)이다. 조립공정은 Fig. 2에 나타내었다.

인스턴트 성질의 측정

조립된 분말입자의 인스턴트 성질은 습윤성, 침강

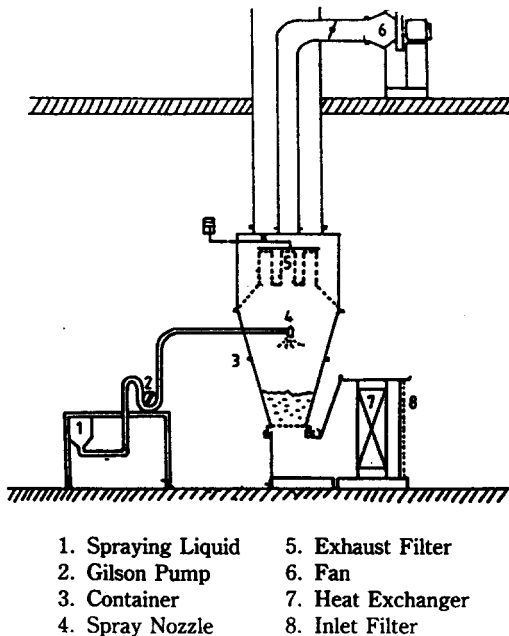
성, 분산성 및 용해성등을 측정하여 비교하였다.

가. 습윤성 및 침강성의 측정

습윤성과 침강성은 Fig. 3과 같은 실험기구를 사용하여 Schubert⁽⁹⁾방법에 준하여 측정하였다. 물을 채운 용기에 조립입자 소량을 간격이 일정한 뚜껑에 분산시키고, 용기 위에서 뚜껑을 기울여 낙하된 모든 조립입자가 물을 흡수하여 물의 표면 밑으로 가라앉는데 소요되는 시간(tw)으로 습윤성과 침강성을 비교하였다.

나. 분산성 및 용해성의 측정.

분산성과 용해성⁽¹¹⁾은 Fig. 4와 같은 분광계를 사용하여 측정하였다. 시료 소량을 물이 들어있는 용기에 넣고 일정한 속도로 교반해 주면서 조립입자가 분산 및 용해되면서 점차적으로 증가하는 흡광도(optical density)를 연속적으로 측정하였다.



- 1. Spraying Liquid
- 2. Gilson Pump
- 3. Container
- 4. Spray Nozzle
- 5. Exhaust Filter
- 6. Fan
- 7. Heat Exchanger
- 8. Inlet Filter

Fig. 1. Fluidized bed agglomerator

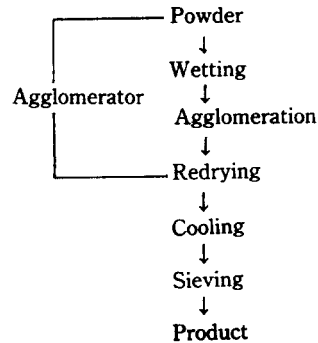


Fig. 2. Agglomeration process for parched barley powder

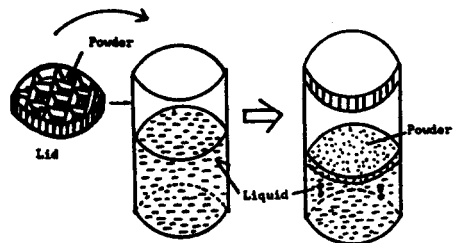


Fig. 3. A simple apparatus for measuring wetting time of agglomerated particles

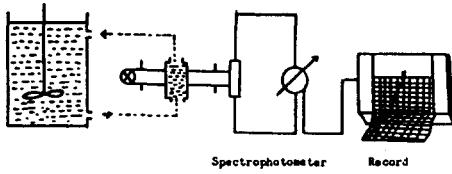


Fig. 4. The determination of dispersibility and solubility of agglomerated particles by spectrophotometric method

결과 및 고찰

조립입자의 형태

조립기내에 공급된 바인더 용액의 양에 따른 조립입자의 형태⁽¹²⁾는 Fig. 5와 같다. Pendular는 소량의 바인더 용액이 입자표면의 일부에 흡착한 경우이며, Funicular는 Pendular보다 바인더 용액이 약간 증가된 것이며, Capillary는 바인더 용액이 모세관력에 의해서 입자사이에 보지된 상태이고, Slurry는 입자가 완전히 바인더 용액상 중에 부유한 상태이다. 조립화된 보리미숫가루의 입체적 표면형태는 Fig. 6과 같다.

조립입자는 입자표면에 존재하는 기공내로 모세관력이 작용하여 습윤성을 증가시켜 준다. 결국 원료분말의 조립화는 외관밀도(apparent density)의 감소, 표면적의 확대 및 모세관력의 증가로 인해 조립입자의 인스탄트효과를 향상시키는 것으로 사료된다.

바인더의 종류에 따른 인스탄트성질의 변화

바인더의 종류^(13,14)는 수용성, 비수용성, 락스류,腸溶性 물질등으로 구분되며, 본실험에서는 바인더로서

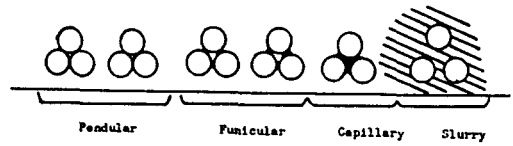


Fig. 5. Agglomerated particles prepared by fluidized bed agglomerator

물과 수용성 물질인 포도당, 맥아당 및 젤라틴의 수용액을 사용하였다.

Fig. 7에 의하면 바인더의 종류별로 조립된 보리미숫가루의 습윤시간은 바인더의 종류에 무관하게 조립입자 크기 0.1~0.3mm 에서 가장 낮게 나타났으며 각각의 입자크기에서 5%젤라틴 수용액 <5%맥아당수용액 <5포도당수용액 <물의 순으로 습윤시간은 감소하였다. 즉 조립입자는 바인더의 종류에 따라 습윤성 및 침강성에 차이를 나타내고 있으며, 바인더 수용액의 농도를 5%로 했을때 젤라틴이 가장 우수한 습윤성 및 침강성을 나타내었다. 바인더의 종류별로 조립된 보리미숫가루의 분산 및 용해속도는 Fig. 8에 나타내었다. 바인더 수용액의 농도를 5%로 했을때 조립입자의 분산 및 용해속도는 젤라틴>맥아당>포도당>물의 순으로 빠르게 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼때, 바인더의 선택은 미숫가루 조립입자의 인스탄트 성질에 영향을 미치며 바인더 수용액의 농도를 5%로 했을때 젤라틴이 인스탄트성질에 가장 우수하였다. 즉 바인더에 존재하는 친수성기가 조립입자내로 물의 침투를 더욱 촉진시켜 주기 때문에 인스탄트성질이 향상되는 것으로 사료된다.



Fig. 6. Stereographs (10×16) of agglomerated parched barley powder (particle size: 0.1 - 0.3mm, 0.3-0.5mm respectively, binder: water)

바인더의 농도에 따른 인스탄트성질의 변화

近藤保⁽⁴⁾는 바인더의 농도가 조립입자의 인스탄트성

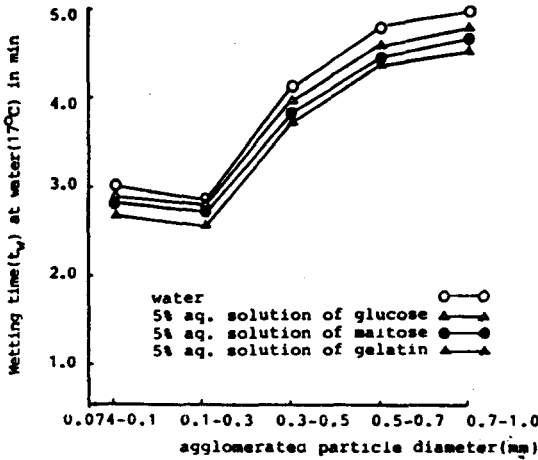


Fig. 7. Wetting time (t_w) for agglomerated parched barley powder

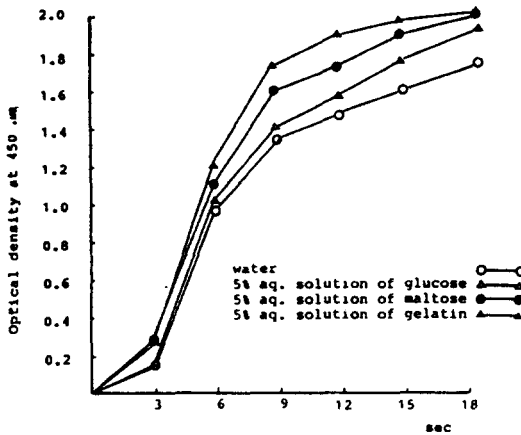


Fig. 8. Dispersibility and solubility rate for agglomerated parched barley powder (agglomerated particle diameter: 0.1-0.3 mm)

질에 영향을 미치며 그 농도가 증가될 수록 조립입자의 평균직경이 점차 증가되는 것으로 보고하였다. 바인더 수용액의 농도에 따라 조립된 보리미숫가루의 습윤시간은 Table 2에 나타내었다. 바인더 수용액의 농도에 따른 습윤시간은 농도에 무관하게 조립입자 크기 0.1~0.3mm에서 가장 짧게 나타났다. 보리 미숫가루의 조립입자의 습윤시간은 각 입자의 크기에서 당류인 포도당, 맥아당을 바인더 용액으로 사용한 경우에 그 수용액의 농도가 증가함에 따라 감소하였으나, 젤라틴을 바인더 용액으로 사용하였을 때는 이와 반대경향을 나타내었다. 미숫가루의 분산 및 용해속도는 Fig.9, Fig. 10, Fig.11에 나타내었다. 조립입자의 분산 및 용해속도는 바인더용액으로써 당류인 포도당과 맥아당을 사용한 경우에 그 농도의 증가에 따라 점차 빠르게 증가되었으나, 젤라틴을 사용한 경우에는 이와 반대 경향

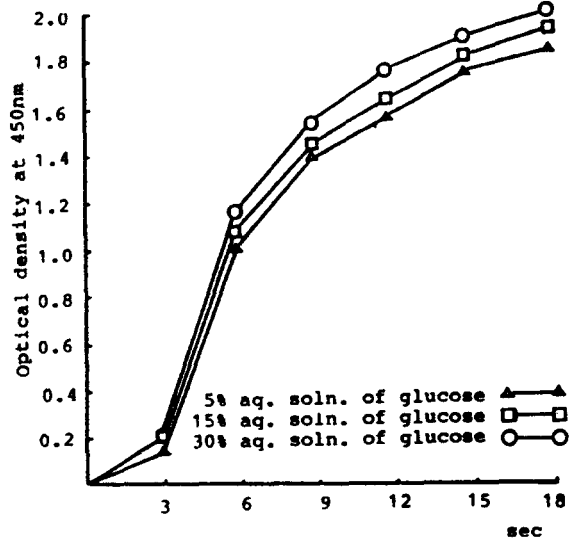


Fig. 9. Dispersibility and solubility rate for parched barley powder. (agglomerated particle diameter: 0.1-0.3 mm, binder: glucose)

Table 2. Wetting time (t_w) for agglomerated parched barley powder

agglomerated particle diameter (mm)	Wetting time at water (17°C) in min									
	water	aq. solution of glu.			aq. solution of mal.				aq. solution of gel.	
		5%	15%	30%	5%	15%	30%	50%	5%	15%
0.074-0.1	2.97	2.92	2.83	2.75	2.83	2.70	2.46	2.45	2.67	2.97
0.1-0.3	2.83	2.75	2.62	2.55	2.72	2.57	2.47	2.33	2.53	2.72
0.3-0.5	4.08	3.95	3.87	3.67	3.80	3.67	3.62	3.50	3.72	4.03
0.5-0.7	4.75	4.53	4.42	4.23	4.42	4.28	4.23	4.05	4.33	4.72
0.7-1.0	4.95	4.72	4.62	4.50	4.67	4.55	4.50	4.38	4.50	4.95

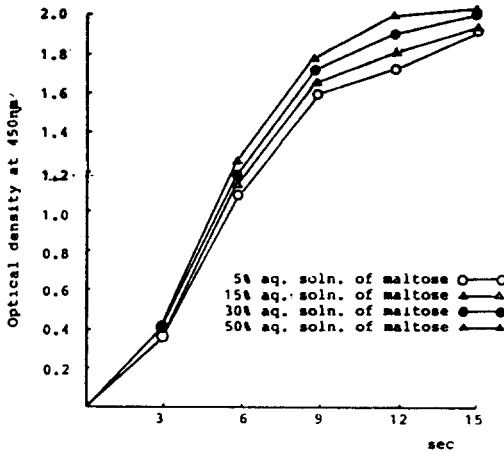


Fig. 10. Dispersibility and solubility rate for parched barley powder (agglomerated particle diameter: 0.1-0.3 mm, binder: Maltose)

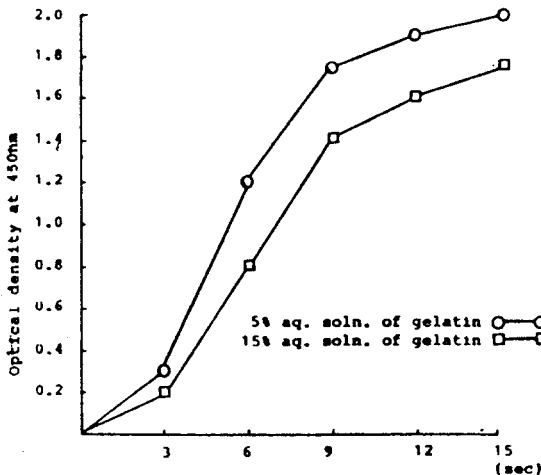


Fig. 11. Dispersibility and solubility rate for parched barley powder (agglomerated particle diameter: 0.1-0.3mm, binder: gelatin)

을 나타내었다.

이상의 결과에서 당류 바인더는 그 용액의 농도가 증가됨에 따라 조립입자의 인스탄트 성질을 증진시켜 주었음을 밝혀 주었다. 즉 당에 존재하는 친수성 기가 조립입자내로 물의 침투를 더욱 용이하게 해주기 때문에 그 농도가 증가될 수록 인스탄트성질은 더욱 증가 되는 것으로 사료된다. 그러나 젤라틴은 이와 반대경향을 나타내었다. 젤라틴은 콜라겐의 가열분해 산물로서 5~10배의 보수력(water holding capacity)를 갖고 있으나 그 수용액의 점도는 비교적 높은 편이다. 즉 이러한 젤라틴이 바인더 용액으로써 분말입자의 표면

일부에 흡착되어 조립을 시켜주는 농도를 넘어섰을 때에는 오히려 인스탄트성질을 저해하는 것으로 사료된다.

조립입자의 입도크기와 인스탄트성질의 변화

조립입자의 크기^(9,15)는 인스탄트성질에 영향을 미치는 중요한 인자이다. 조립된 보리 미숫가루의 입자크기에 따른 습윤시간과 분산 및 용해도는 Fig.12에 나타내었다. 조립입자의 분산 및 용해도는 입자가 분산·용해되면서 흡광도가 최고값의 1/2에 도달하는 시간(sec)을 측정하여 60sec를 기준으로 백분율로 환산하였다. 습윤시간은 입자크기 0.1~0.3mm일때 가장 짧게 나타났으며 입자의 크기가 0.3mm보다 커지면 습윤시간은 급격히 길어졌다. 또한 분산성과 용해성도 입자의 크기가 0.1~0.3mm일때 가장 우수하게 나타났다.

이상의 결과에서 볼때 인스탄트성질은 조립입자의 크기가 0.1~0.3mm일때 가장 우수하게 나타났다. 즉 크기가 작은 입자는 고체표면과 액체입자 사이에 형성되는 실제적인 접촉각(δe)이 증가하게 되므로 습윤성이 감소되는 반면, 너무 큰 입자는 결보기밀도의 감소로 부력이 상승하여 습윤과 침강에 어려움이 있는 것으로 사료된다.

건조온도에 따른 인스탄트성질의 변화

조립된 보리 미숫가루 입자의 건조온도(60°C, 70°C, 80°C)에 따른 습윤시간과 분산 및 용해속도는 Table 3

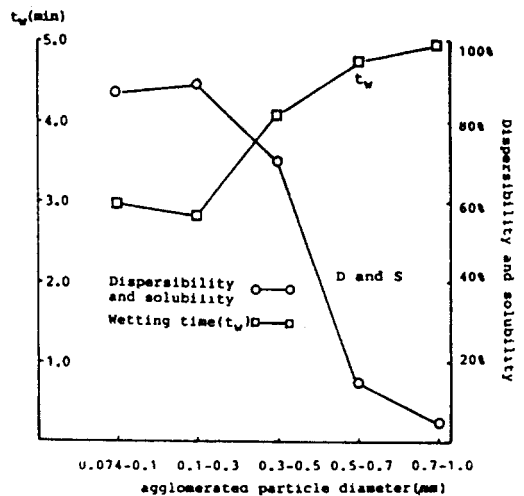


Fig. 12. Wetting time (t_w) and dispersibility and solubility for agglomerated parched barley powder (binder: water)

과 Table 4에 각각 나타내었다. 각 입자의 크기에서 습윤시간은 조립입자의 건조온도에 따라 거의 일정하게 나타났으며, 분산 및 용해속도도 건조온도에 따라 거의 변화되지 않았다. 즉 조립입자의 인스탄트성질은 입자의 건조온도의 변화에 거의 영향을 받지 않으며 오히려 조립입자의 형태, 겔보기 밀도, 공극률에 영향을 받는것으로 밝혀졌다.

조립입자의 흡습속도

상대습도⁽¹⁶⁾ 42%, 67%, 92%에서 5%포도당, 맥아당, 젤라틴의 수용액을 바인더로 사용하여 조립한 보리 미숫가루의 흡습속도는 Fig.13에 나타내었다. 조립입자의 흡습속도는 각각의 상대습도에서 5%젤라틴수용액 > 5%맥아당수용액 > 5%포도당수용액의 순으로 빠르게 나타났으며, 이러한 결과는 바인더의 종류가 인스탄트성질에 미치는 효과와 동일한 순서로 일치함을 보여주었다. 이러한 수분 흡수속도의 증가는 조립입자의 인스탄트성질을 향상시켜 주는 것으로 사료된다.

Table 3. Wetting time (t_w) for agglomerated parched barley powder dried at 60°C, 70°C and 80°C, (binder: water)

agglomerated particle diameter (mm)	Wetting time at water (17°C) in min		
	80°C	70°C	60°C
0.074-0.1	2.97	2.93	2.95
0.1-0.3	2.83	2.80	2.85
0.3-0.5	4.08	4.07	4.08
0.5-07	4.75	4.77	4.75
0.7-1.0	4.95	4.98	5.05

Table 4. Dispersibility and solubility rate for agglomerated parched barley powder dried at 60°C, 70°C and 80°C. (particle diameter: 0.1-0.3 mm, binder: water)

sec	Optical density at 450 nm		
	80°C	70°C	60°C
3	0.14	0.14	0.14
6	0.96	0.94	0.94
9	1.34	1.36	1.34
12	1.46	1.44	1.44
15	1.60	1.60	1.62
18	1.72	1.70	1.76

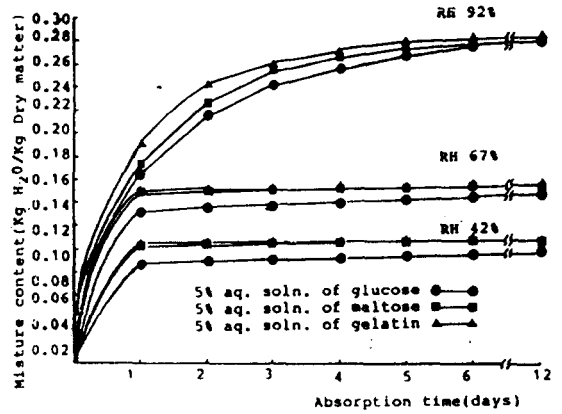


Fig. 13. Absorption rate for agglomerated parched barley powder (agglomerated particle diameter: 0.1-0.3 mm, binder: water)

요 약

본 연구는 유동층 조립기로 조립시킨 보리 미숫가루 입자들의 인스탄트성질에 영향을 주는 인자들을 조사하였다. 조립에 사용된 바인더는 맥아당, 포도당, 젤라틴의 수용액과 물이었으며 조립입자의 인스탄트 효과는 입자의 습윤성, 침강성, 분산성 및 용해성을 측정하여 결정하였다. 바인더의 종류별로 조립된 시료의 인스탄트성질의 개선에 대한 기여도는 낮은 바인더 수용액에서 5%젤라틴수용액 > 5%맥아당수용액 > 5%포도당수용액의 순으로 나타났으며 물은 가장 낮은 인스탄트효과를 보였다. 바인더 용액의 농도증가에 따른 조립입자의 인스탄트성질은 포도당, 맥아당과 같은 당류의 경우 증가되었으나 젤라틴의 경우에는 이와 반대 경향을 나타내었다. 조립입자의 크기가 인스탄트성질에 미치는 영향은 현저하였으며 입자의 크기가 0.1~0.3mm일때, 시료의 인스탄트효과가 가장 좋았다. 조립입자의 건조온도(60°C, 70°C, 80°C)는 입자의 인스탄트효과에 거의 영향을 미치지 않았다. 바인더용액을 사용하여 조립한 미숫가루입자의 흡습속도는 각각의 상대습도(42%, 67%, 92%)에서 5%젤라틴수용액 > 5%맥아당수용액 > 5%포도당수용액의 순으로 빠르게 나타났으며 이러한 결과는 바인더의 종류가 인스탄트성질에 미치는 효과와 동일한 순서로 일치함을 보여주었다.

사 의

시료제조에 협조해 주신 (주)오뚜기식품의 최춘언소

장님께 감사드립니다.

문 헌

1. J. Due. Jensen: *Food Technol.*, **28** (6), 60 (1975)
2. K. Masters and A. Stoltze: *Food Engineering*, **45** (2), 64 (1973)
3. William, F.P.: *U.S. Patent*, **3**, 740, 232 (1973)
4. Karl, E.B.: *U.S. Patent*, **1**, 355, 192 (1973)
5. H.G. Kessler: *Food Engineering and Dairy Technology*, Publishing House Verlag, Germent, (1981)
6. Nicholas, P.: *Agglomeration Processes in Food Manufacture*, Data Corp., (1972)
7. Theodore, R.: *U.S. Patent*, **4**, 284, 359 (1981)
8. 瀧本邦明, 中村茂: *食品加工と包装技術*, **22**(10), 27(1983).
9. H. Schubert: *Food Processing Eng.*, p. 675 (1980)
10. Christian, W.: *U.S. Patent*, **4**, 259, 053 (1981)
11. G.D. Parfitt: *Dispersion of Powders in Liquids*, Wiley, New York, (1973)
12. 本山示: *食品加工と包装技術*, **24**(3), 43(1985).
13. 大川原: *食品工業*, **24**(8), 39(1981).
14. 近藤保氏外 13名: *マイワロプセル化の新技術とその用度開発*, 経営開発センター出版部, P. 2(1982).
15. 本山示: *化學工場*, **24**(5), 51(1980).
16. Lluís, B.R.: *Analytical Chemistry*, **32** (10), 1375 (1960)

(1985년 11월 18일 접수)