

츄잉검의 텍스처 : 物性間的 相關關係와 嗜好度の 予測

유명식 · 이윤희 · 변유량*

해태제과 · *연세대학교 식품공학과

Texture of Chewing Gum: Correlation among Rheological Parameters and Prediction of Preference

Myung-Shik Yoo, Yoon-Hyung Lee and Yu-Ryang Pyun*

Hai Tai Confectionery Co., Seoul · *Department of Food Engineering, Yonsei University, Seoul

Abstract

Rheological parameters which represent texture of chewing gum at each masticatory stage were selected by analysis of correlations among instrumental, sensory parameters and preferences. Sensory stiffness and instrumental puncture work were representative rheological parameters at initial stage, and sensory firmness and instrumental hardness at intermediate stage. The representative rheological parameters at final stage were sensory firmness and lift, and instrumental hardness, the slope of force-distance curve of penetration test and springiness. An equation predicting consumer's preference and ideal texture profile of chewing gum with representative instrumental parameters were proposed.

序 論

前報⁽¹⁾에서 필자는 츄잉검의 機械的 및 官能的 物性を 測定하였고 機械的 物性間 및 官能的 物性間的 相關關係를 구하여 物性間的 類似성과 相關성을 조사 하였다. 食品의 機械的 物性は 再現성이 좋고 客觀的이지만 官能評價와 相關성이 작으면 측정의 의의가 없어진다. 品質의 評價는 結局 官能에 依하기 때문이다. 따라서 官能的 物性 및 嗜好성과 相關關係가 큰 機械的 物性は 再現性, 客觀성은 물론 간편하게 적은 비용으로 측정이 가능하기 때문에 品質管理에 效率的으로 이용될 수 있다.

本 研究에서는 機械的 物성과 官能的 物성 및 嗜好성과의 相關關係로부터 츄잉검의 텍스처를 잘 表現하는 物性特性을 찾아내고 機械的 物性特性값으로 嗜好성을 予測하는 方法과 ideal texture profile을 제시하고자 한다.

材料 및 方法

前報⁽¹⁾에서 測定한 機械的 物性值, 官能的 物性值 및

嗜好性值와 分析된 結果를 利用하였다. 機械的 物성과 官能的 物性間的 回歸와 相關은 官能的 物性を 從屬變數로 하는 一次函數의 關係로 計算하였다.²⁾

官能綜合評價는 嗜好性이므로 最適의 物性값에서 最高點을 나타내고 이보다 物性값이 작거나 커지면 낮은 點數를 나타내므로 綜合評價를 從屬變數로 하는 二次函數의 關係로 回歸와 相關關係를 計算하였다.

物性變數間에는 相關係數와 回歸式을, 綜合評價와 物性變數間에는 決定係數와 回歸式을 컴퓨터를 利用하여 計算하였다. 最適의 物性값은 物性變數間的 回歸式에서 從屬變數가 "0" (적당하다) 일 때의 獨立變數의 값 및 綜合評價와 物性變數間的 回歸式에서 從屬變數가 最高值를 나타낼 때의 獨立變數의 값으로 하였다.

綜合評價와 몇개의 物性變數들간의 關係는 綜合評價를 종속變數로 하는 綜形多重回歸로 回歸式과 重相關係數를 計算하였다.

結果 및 考察

物성 및 嗜好性間的 相關關係

機械的 物性間的 相關關係와 官能的 物性間的 相關關係

Table 1. Correlation coefficients between sensory and instrumental parameters(N=14)

Instrumental parameters	Sensory Parameters ^a									
	S _{IC}	S _{IT}	F _{LC}	F _{LT}	S _{FT}	F _{FC}	F _{FT}	C _{FT}	A _{FT}	L _{FT}
Initial										
Puncture force H _I	.169	.532 ^x	.091	-.030	.334	.260	.275	.247	-.346	.435
Puncture work W _I	.253	.661 [*]	.036	-.135	.321	.296	.336	.426	-.351	.535 ^x
Intermediate										
Hardness H _L	.740 [*]	.272	.920 ^{**}	.933 ^{**}	.694 [*]	.774 [*]	.687 [*]	.426	-.742 [*]	.554 ^x
Work W _L	.682 [*]	.236	.870 ^{**}	.874 ^{**}	.693 [*]	.737 [*]	.647 ^x	.370	-.745	.510 [*]
Final										
Yield force Y _F	.583 ^x	.361	.557 ^x	.489	.685 [*]	.762 [*]	.719 [*]	.406	-.742 [*]	.699 [*]
Hardness H _F	.746 [*]	.565 ^x	.708 [*]	.638 ^x	.842 ^{**}	.885 ^{**}	.849 ^{**}	.569 ^x	-.864 ^{**}	.816 ^{**}
Work W _F	.717 [*]	.517	.673 [*]	.610 ^x	.821 ^{**}	.863 ^{**}	.837 ^{**}	.537 ^x	-.846 ^{**}	.790 ^{**}
Slope	.763 [*]	.637 ^x	.726 [*]	.670 [*]	.890 ^{**}	.897 ^{**}	.877 ^{**}	.595 ^x	-.872 ^{**}	.796 ^{**}
Springiness S	.847 ^{**}	.778 [*]	.629 ^x	.531	.796 ^{**}	.814 ^{**}	.818 ^{**}	.848 ^{**}	-.660 ^x	.983 ^{**}
Adhesion										
Work W _A	.511	.446	.463	.432	.724 [*]	.669 [*]	.673 [*]	.390	-.571 ^x	.498
Force H _A	.381	.413	.488	.465	.627 ^x	.576 ^x	.570 ^x	.245	-.567 ^x	.394

^a S;Stiffness, F;Firmness, C;Cohesion, A:Adhesion, L;Lift
 subscript C and T indicate sensory variable for consumer and trained panel respectively.
 x Significant at 5% level (r ≥ 0.532)
 * Significant at 1% level (r ≥ 0.661)
 ** Significant at 0.1% level (r ≥ 0.780)

係는 前報에서 論하였으므로 여기에서는 機械的 物性과 官能的 物性間의 相關關係와 機械的, 官能的 物性과 綜合評價間의 相關關係를 구하여 前報의 相關關係를 토대로 重要한 品質要素가 되는 物性を 찾고자 한다.

機械的 物性과 官能的 物性間의 相關係數는 Table 1 과 같고 機械的, 官能的 物性과 綜合評價間의 決定係數는 Table 2 및 3과 같다. 初期의 機械的 物性과 官能的 物性間에는 혼련된 과넬에서만 낮은 相關關係를 나타내었고 puncture force 보다는 puncture work가 官能的 物性を 더 잘 나타내었다. 또한 消費者의 경우 初期의 官能的 物性이 中期 및 後期の 機械的 物性과 相關關係가 높았다. 綜合評價와는 機械的 物性中 pun-

cture work가 소비자의 綜合評價와만 낮은 相關關係를 나타내었고 官能的 stiffness는 消費者, 혼련된 과넬 모두 높은 相關關係를 나타내었다. 따라서 初期를 代表하는 物性は 機械的 puncture work와 官能的 stiffness 이고 初期의 官能的 物性이 綜合評價에 큰 영향을 미칠 수 있다.

中期의 機械的 hardness(H_L)와 work(W_L)는 官能的 firmness와 0.1% 有意水準에서 相關關係가 높았는데 그 중 hardness가 官能的 物性과 相關關係가 더 높았다. 中期의 官能的 firmness는 後期の firmness와도 높은 相關關係를 나타내었다. 綜合評價와는 機械的 hardness와 消費者의 官能的 firmness가 높은 相關關係

Table 2. Coefficients of determination between overall preferences and instrumental parameters(N=14)

Overall preference	Instrumental parameters ^a										
	H _I	W _I	H _L	W _L	Y _F	H _F	W _F	Slope	W _A	H _A	S
Consumer (O _C)	0.474	0.576	0.808	0.580	0.267	0.550	0.453	0.632	0.565	0.461	0.696
Trained panel(O _T)	0.249	0.289	0.696	0.493	0.190	0.611	0.486	0.732	0.605	0.614	0.778

^aSymbols as in Table 1.

Table 3. Coefficients of determination between overall preferences and sensory parameters(N=14)

Overall preference	Sensory parameters ^a									
	S _{IC}	S _{IT}	F _{LC}	F _{LT}	S _{FT}	F _{FC}	F _{FT}	C _{FT}	A _{FT}	L _{FT}
Consumer (O _C)	0.801		0.875			0.684				
Trained panel(O _T)		0.804		0.692	0.835		0.793	0.749	0.639	0.726

^aSymbols as in Table 1.

Table 4. Regression between sensory^a and instrumental parameters^b (N = 14, $y = k_1 \times 'K_0$), and optimum instrumental values

y^a	x^b	k_1	K_0	r	Optimum x (when $y=0$)
SIC	w_I	0.341×10^{-5}	-0.345	0.253	$1.0 \times 10^5 \text{erg}$
FIC	h_I	0.421×10^{-5}	-3.321	0.720	$7.9 \times 10^5 \text{dyne}$
FPC	H_F	0.447×10^{-5}	-2.844	0.885	$6.4 \times 10^5 \text{dyne}$
FPC	Slope	0.608×10^{-5}	-3.214	0.897	$5.3 \times 10^5 \text{dyne/cm}$
LFT	S	22.231	-3.667	0.983	0.16

a, b Symbols as in Table 1.

Table 5. Regression between overall scores (O_c) and instrumental parameters^a ($Z = 14, y = k_1 x^2 + k_2 x + k_0$), and optimum instrumental values

y	x^a	k_1	k_2	k_0	r^2	Optimum x
w_I		-0.051×10^{-10}	-0.525×10^{-5}	5.659	0.776	$-5.1 \times 10^5 \text{erg}$
h_I		-0.075×10^{-10}	1.023×10^{-5}	1.185	0.608	$6.8 \times 10^5 \text{dyne}$
H_F		-0.079×10^{-10}	0.091×10^{-5}	2.684	0.550	$5.6 \times 10^5 \text{dyne}$
Slope		-0.130×10^{-10}	1.202×10^{-5}	1.528	0.632	$4.7 \times 10^5 \text{dyne/cm}$
S		-171.512	48.366	1.159	0.696	0.14

a Symbols as in Table 1.

를 나타내었다. 따라서 中期를 代表하는 物性は 機械的 hardness와 官能의 firmness이다.

後期の 機械的 hardness 및 slope官能의 firmness, adhesion, stiffness와 모두 가장 相關關係가 높은 그룹이었고 機械的 springiness는 官能의 lift 및 cohesion과 가장 相關關係가 높았다. 前報⁽¹⁾에서 機械的 yield force는 hardness와, adhesion force는 slope와 가까운 物性이고 官能의 stiffness 및 adhesion은 firmness와, cohesion은 lift와 類似한 物性으로 報告되었다. 따라서 機械的 yield force는 hardness로, adhesion force는 slope로, 官能의 stiffness 및 adhesion은 firmness로, cohesion은 lift로 보면 後期를 代表하는 物性は 機械的 hardness, slope와 官能의 firmness 및 機械的 springiness와 官能의 lift이다. 綜合評價와는 機械的 hardness, slope 및 springiness가 相關關係가 높

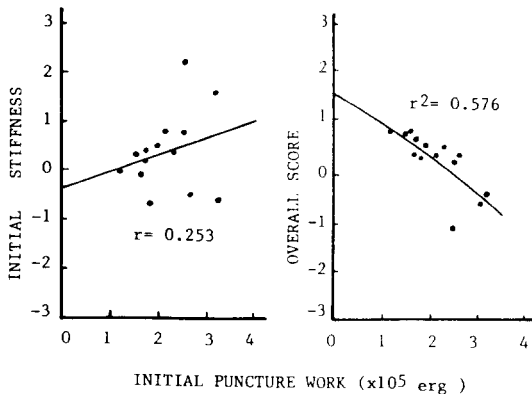


Fig. 1. Regression between initial stiffness, overall score and puncture work (N = 14)

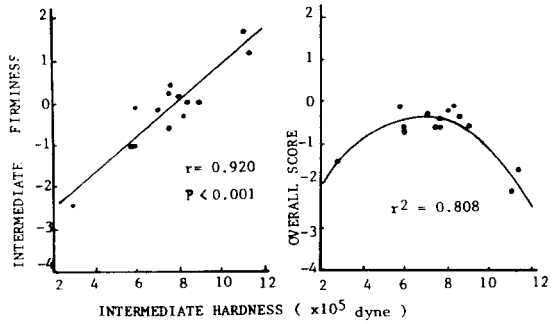


Fig. 2. Regression between intermediate firmness, overall score and intermediate hardness (N = 14)

았고 官能의 物性は 대부분 綜合評價와 相關關係가 높았다.

回 歸

前報⁽¹⁾에서 혼련된 파넬과 消費者의 官能檢査 結果는 거의 一致하는 경향을 나타내었고 또 食品品質의 最終 판단은 消費者에 달려 있기 때문에 回歸式으로부터 最適의 機械的 物性값을 算出하는 것은 消費者 官能檢査를 行하지 않은 lift만을 除外하고는 全部 消費者 官能檢査 結果를 利用하였다.

相關關係 項에서 言及된 代表的인 機械的 物性と 官能의 物性間の 回歸式과 回歸式에서 最適의 官能의 物性を 나타내는 機械的 物性값은 Table 4와 같고 綜合評價와 代表的인 機械的 物性間の 回歸式과 回歸式에서 最高의 綜合評價를 나타내는 機械的 物性값은 Table 5와 같다. 또 이들간의 散佈圖는 Fig. 1~5와 같다.

初期에서 最適의 官能의 stiffness를 나타내는 機械的 puncture work는 $1.0 \times 10^4 \text{erg}$ 이었는데 最高의 중합점

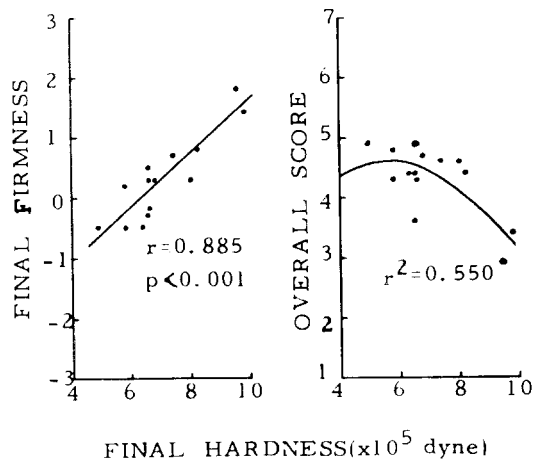


Fig. 3. Regression between final firmness, overall score and final hardness (N = 14)

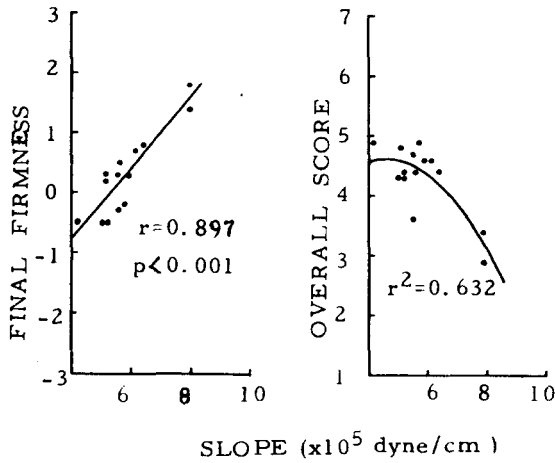


Fig. 4. Regression between final firmness, overall score and slope (N=14)

수를 나타내는 puncture work는 puncture work가 낮은 시료가 없는 관계로 回歸式이 잘못되었음을 알 수 있으나 散布圖에서 보면 $1 \times 10^5 \text{erg}$ 부근임을 알 수 있다. 中期 및 後期에서 최적의 官能的 物性값을 나타내는 機械的 物性값들은 최고의 종합점수를 나타내는 機械的 物性값들보다 전부 큰 값을 보였는데 이는 綜合点数가 하나의 機械的 物性값으로 決定되지 않음을 시사한다.

線形多重回歸

機械的 物性和 官能的 物性과의 關係를 파악하고 또 이들과 기호성과의 關係를 파악하게 되면 官能檢査에 의하지 않고 機械的 物性으로 官能的 物性和 嗜好性을 予測할 수 있다. 機械的 物性和 官能的 物性 및 嗜好性과의 개별적 關係는 回歸 項에서 言及되었는데 嗜好

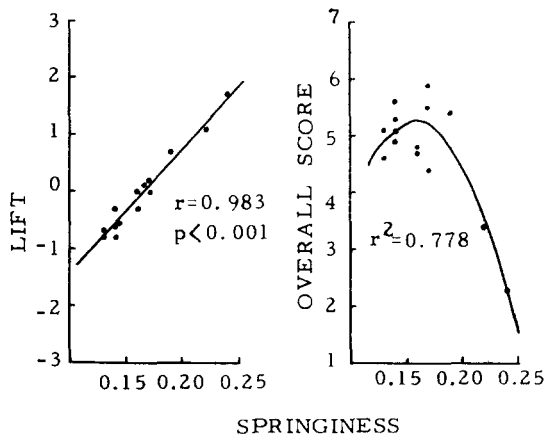


Fig. 5. Regression between lift, overall score and springiness (N=14)

Table 6. Actual and predicted values for linear multiple regressions of overall scores as a function of instrumental initial puncture work (W_i), intermediate hardness (H_L), final hardness (H_f), slope and springiness (S)

Actual	Calculated	Residual	Percent
2.9	3.2	-0.3	-10
3.4	3.2	0.2	6
4.6	4.2	0.4	9
3.6	3.5	0.1	3
4.6	4.4	0.2	4
4.8	4.7	0.1	2
4.4	4.2	0.2	5
4.9	4.5	0.4	8
4.3	4.6	-0.3	-7
4.4	4.5	-0.1	-2
4.9	5.1	-0.2	-4
4.7	4.5	0.2	4
4.3	4.4	-0.1	-2
4.4	4.6	-0.2	-5

$$O_c = 7.336 - 0.369 \times 10^{-5} (W_i) + 0.075 \times 10^{-5} (H_L) + 0.382 \times 10^{-5} (H_f) - 0.806 \times 10^{-5} (\text{Slope}) - 5.168 (S)$$

Standard error of estimate; 0.29

性은 여러개의 物性이 綜合되어 나타나므로 앞에서 言及된 代表的인 機械的 物性들과의 關係를 線形多重回歸로 分析하였다. 初期의 puncture work (W_i), 中期의 hardness (H_L), 後期の hardness (H_f), slope 및 springiness (S)를 獨立變數로 하고 消費者的 綜合評價 (O_c)를 從屬變數로 하여 컴퓨터로 계산하여 式(1)을 구하였다.

$$O_c = 7.336 - 0.369 \times 10^{-5} (W_i) + 0.075 \times 10^{-5} (H_L) + 0.382 \times 10^{-5} (H_f) - 0.806 \times 10^{-5} (\text{Slope}) - 5.168 (S) \dots \dots (1)$$

위 式의 重相關係數는 0.924로 상당히 높은 편이었

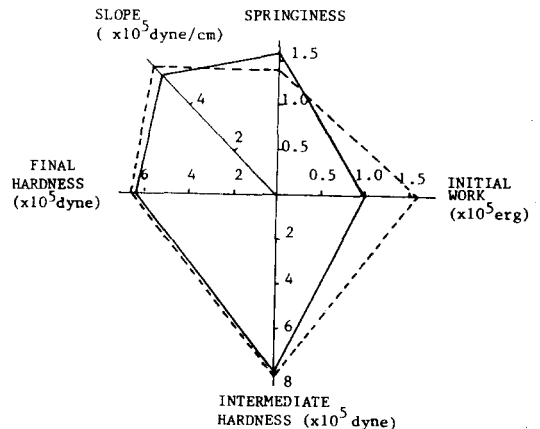


Fig. 6. Ideal Texture Profile (solid line) and the obtained profile by the best sample (dashed line)

으며 이 式을 검증하기 위하여 式으로 予測한 綜合点数과 官能檢査에 依한 綜合点数을 Table 6에 對比하였다. 機械的 測定値로 예측한 綜合点数은 實測値와 10% 以內의 근소한 차이를 보였고 推定誤差도 0.29로 상당히 작은 값이었다. 官能的 物性과의 回歸式에서 求한 最適의 機械的 物性값을 使用하여 계산한 結果 綜合点数은 4.9로 實測 最高値와 같았다. 따라서 綜合点数을 예측하는 이 式은 實際와 잘 맞음을 알 수 있다.

Ideal Texture Profile

Table 4의 代表的인 機械的인 機械的 物性的 最適 値를 使用하여 ideal texture profile을 Fig. 6과 같이 作成하였다. 그림에서 實線은 ideal texture profile로 가장 綜合点数가 높은 28번 試料와 比較한 結果 初期의 puncture work가 理想値보다 큰 값을 보인것 外에는 ideal texture profile과 거의 일치하였다.

要 約

츄잉검의 機械的 物性和 官能的 物性 및 嗜好性과의 相關關係로부터 츄잉검의 텍스처를 잘 표현하는 物性を 찾아내었고 代表的인 機械的 物性으로부터 嗜好性を 予

測하는 式과 ideal texture profile을 제시하였다. 츄잉검의 텍스처를 가장 잘 表現하는 代表的인 物性は 初期의 官能的 stiffness와 기계적 puncture work, 中期의 官能的 firmness와 機械的 hardness, 後期の 官能的 firmness와 機械的 hardness, slope 및 官能的 lift와 機械的 springiness이었다. 代表的인 機械的 物性으로 消費者의 嗜好性を 다음과 같이 予測하였다. 消費者의 綜合点数 = $7.336 - 0.369 \times 10^{-4}(\text{Puncture work}) + 0.075 \times 10^{-4}(\text{Intermediate hardness}) + 0.382 \times 10^{-4}(\text{Final hardness}) - 0.806 \times 10^{-4}(\text{Slope}) - 5.168(\text{Springiness})$. 代表的인 機械的 物性으로 ideal texture profile을 作成하였다.

文 獻

1. 변유량, 유명식, 이운형: 한국식품과학회지, 16, 303(1984)
2. Moskowitz, H. R., Drake, B. K. and Cajakesson: in *Texture Measurements of Foods*, Kramer, A. and Szczesniak, A. S. (ed), D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, p. 124 (1973)

(1984년 5월 30일 접수)