

第八讲 食物质构与口感（下）



四、食品质构与口感



1、食品质构的定义

食品的质构是指眼睛、口中的黏膜及肌肉所感觉到的食品的性质，包括粗细、滑爽、颗粒感等。

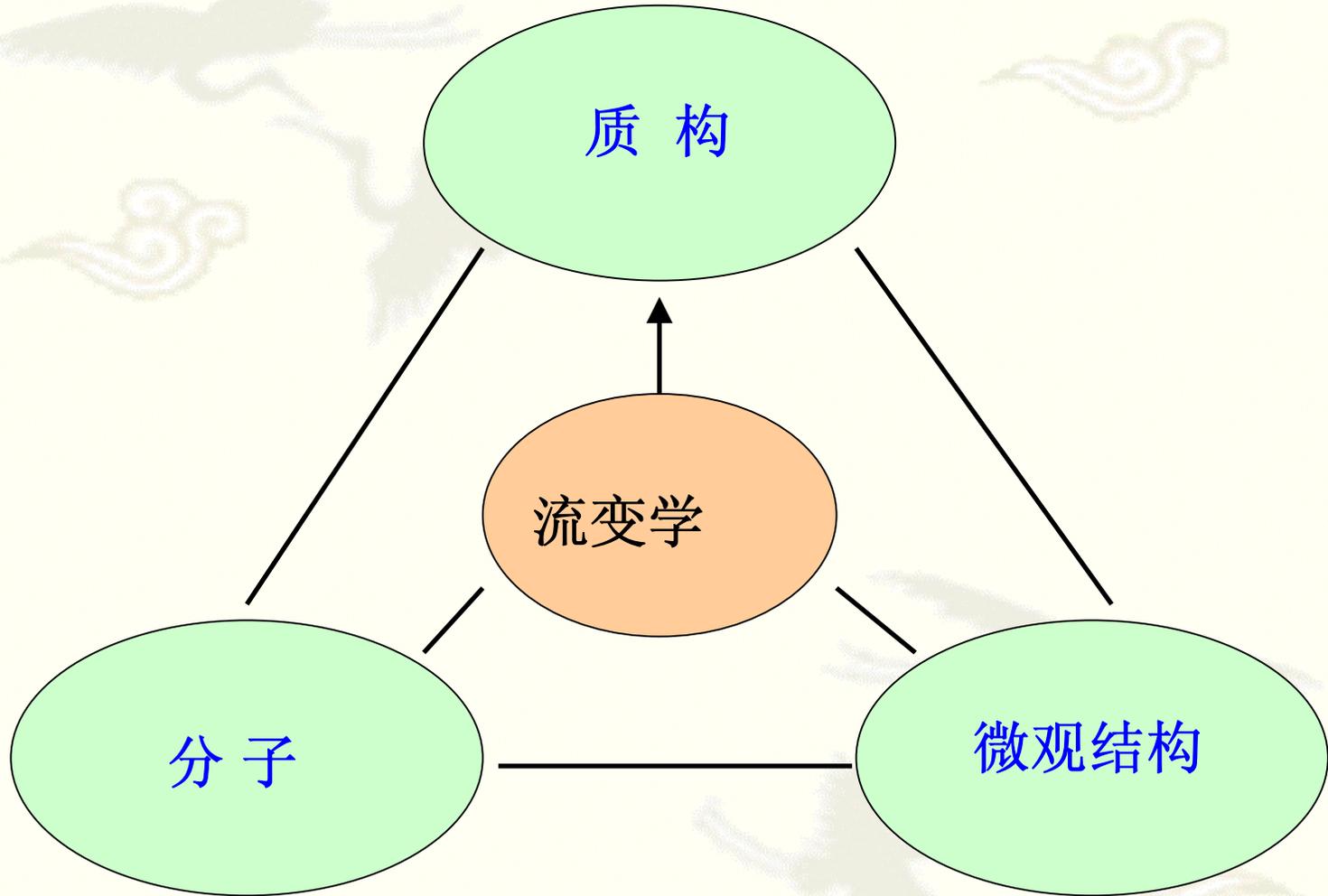


食品质构的特点

- (1) 是由食品的**成分和组织结构**决定的**物理性质**；
- (2) 属于**机械的和流变学**的物理性质；
- (3) 不是单一性质，是**多因素决定的**复合性质；
- (4) 主要由食品与口腔、手等部位的**接触而感觉**；
- (5) 与**气味、风味**等无关；
- (6) 客观测定结果**用力、变形和时间的函数**表示。



食品质构和流变的关系



食品质构的分类：

- 机械特性、几何特性、其他特性
- 分类系统：
 - 机械特性的一次特性：硬度、凝聚性、粘性、弹性、粘附性
 - 机械特性的二次特性：酥脆性、咀嚼性、胶粘性
 - 几何特性：粒子的大小、形状和方向
 - 其他特性：水分含量和脂肪含量 **油性感**



- 人对食品的感觉评价是在包括烹饪在内的一连串摄食过程中进行的，对食品力学性质的感觉是在动态流动过程中进行的。
- 质构剖析法：
 - 入口前感觉
 - 入口初感觉
 - 咀嚼中感觉
 - 咀嚼后感觉

杭州第一名菜

东坡肉



天下第一粽：五芳斋**大肉粽**



最常使用的质构术语

Table 1.2 Most Frequently Used Texture Words^a

United States ^b	Japan ^c	Austria ^d
Crisp	Hard	Crisp
Dry	Soft	Hard
Juicy	Juicy	Soft
Soft	Chewy	Crunchy
Creamy	Greasy	Juicy
Crunchy	Viscous	Sticky
Chewy	Slippery	Creamy
Smooth	Creamy	Fatty
Stringy	Crisp	Watery
Hard	Crunchy	Tough
78 words	406 words	105 words

^aIn descending order of frequency.

食品的不同典型质构特征

- **Liquids—Viscosity**
- **Gels—Elasticity**
- **Fibrous Foods—Muscle mass behavior**
- **Agglomerates of turgid cells—Whole cell properties**
- **Unctuous food—Fatty substances**
- **Friable Structures—Crispiness**
- **Glassy Foods—Graininess**
- **Agglomerates of gas-filled vesicles—Foams and Sponges**
- **Combinations of the preceding structures—no one structural element predominating**

食品质构的评价方法

- 客观评价 **Objective**
 - **direct** - fundamental, empirical, imitative
 - **indirect** - chemical, optical, acoustical, other
- 主观评价 **Subjective**
 - **oral** - mechanical, geometrical, chemical
 - **nonoral** - fingers, hand, other
- 物性的仪器测定（小变形、大变形）
- 感官评价（用语言和尺度测定质构，咀嚼、吞咽功能的测定）
- 组织结构观察（显微镜观察、图像分析）
- 知觉和认识
- 化学评价

2、食品质构的仪器测定

基础力学测试

- 测定具有明确力学定义的参数
- 粘度，杨氏/剪切/体积模量及泊松比 viscosity, Young's modulus, shear modulus, bulk modulus, and poisson's ratio
- 小变形；材料各向均质，结构的规则性及统一性
- 定义明确，数据易于比较
- 慢；与感官评价间的相关性不及经验测定法，难以表现食品质构的综合力学性质

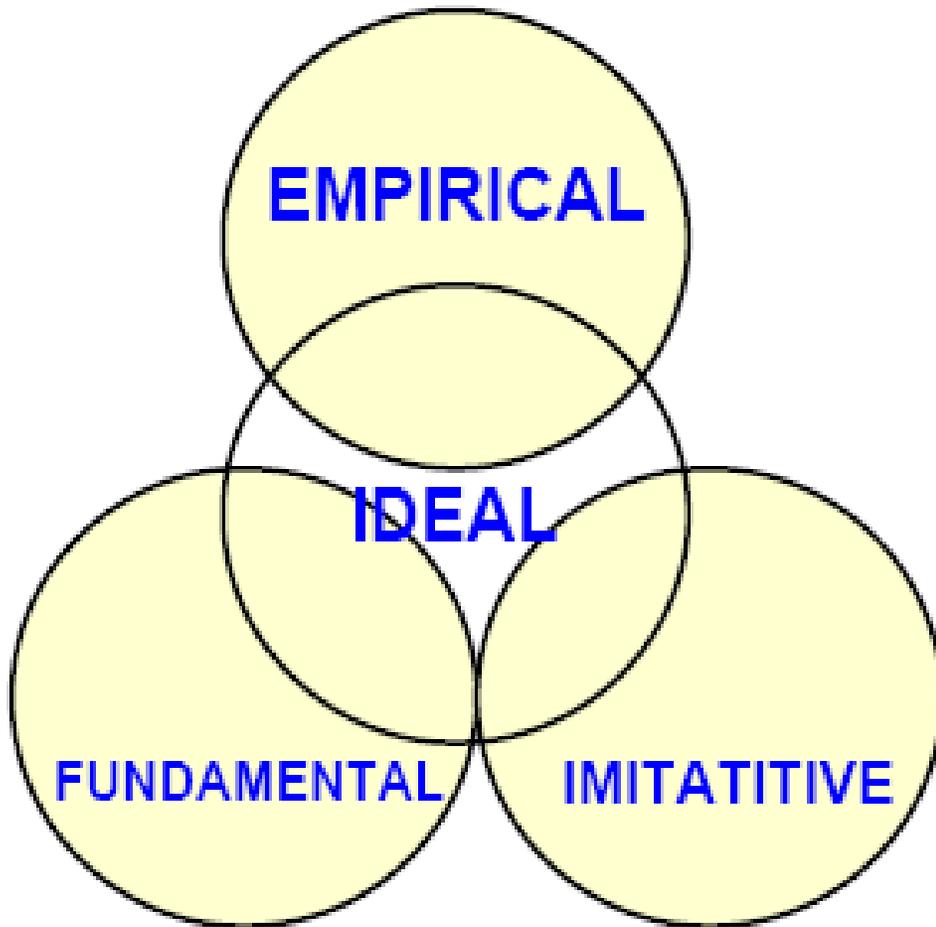
模拟测定法

Imitative tests

- 模拟食品材料的实际应用条件
- **the TPA** – 模拟牙齿的咀嚼功能（咀嚼机）
- **Farinograph粉质仪** - imitates the handling and working of bread dough
- **Bostwick Consistometer稠度计** - measures the flow of semifluid foods across the plate, and butter spread

理想的质构测定方法

Ideal Texture measuring Apparatus



- 操作简单
- 快捷
- 适于日常使用
- 良好的相关性
- 很好的模拟咀嚼过程
- 完整的质构测定
- 参数意义明确

击穿试验

Puncture Testing

- measures the force required to push a punch or probe into a food
- characterized by: a force, penetration of the probe into food causing crushing, depth of penetration is constant

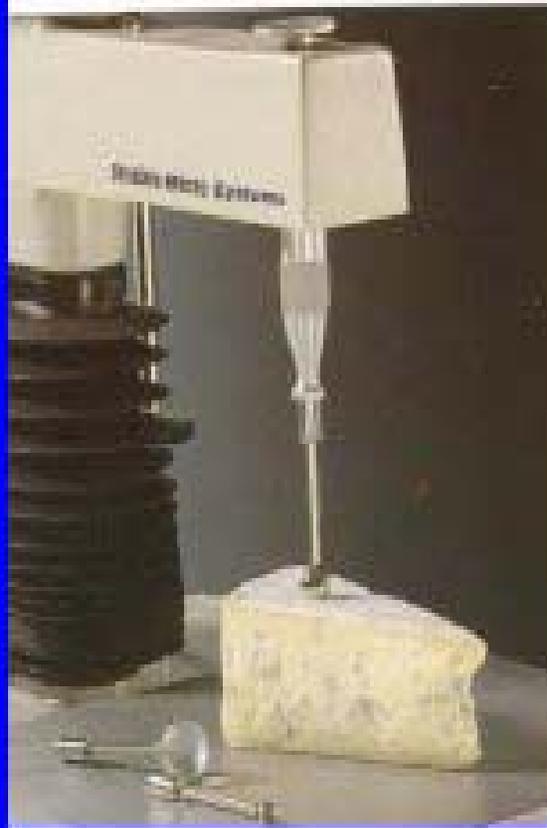


不同的击穿试验

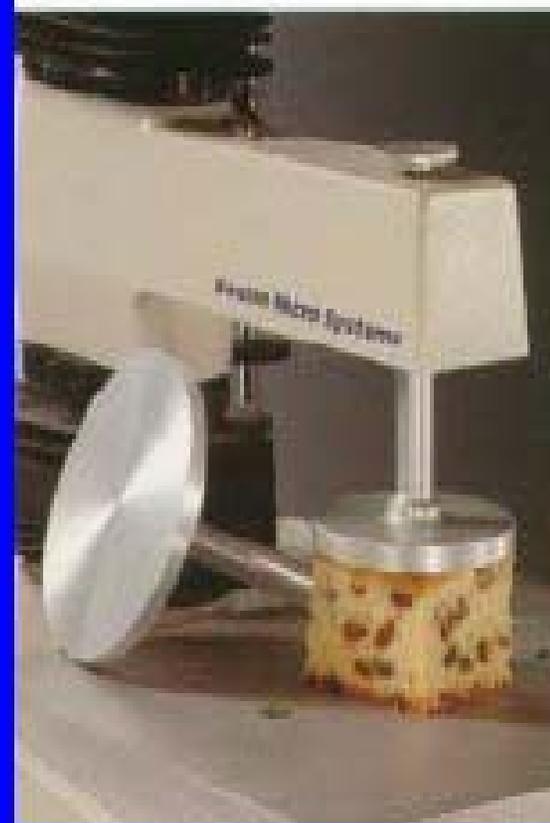
NEEDLE PROBE



SPHERICAL PROBES

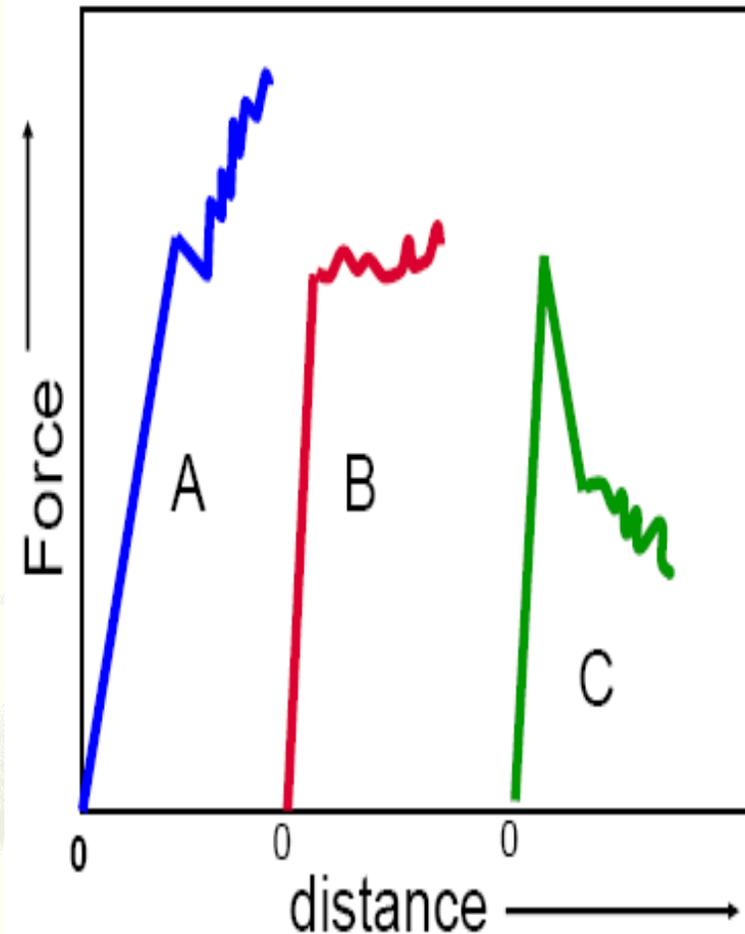


COMPRESSION PLATENS



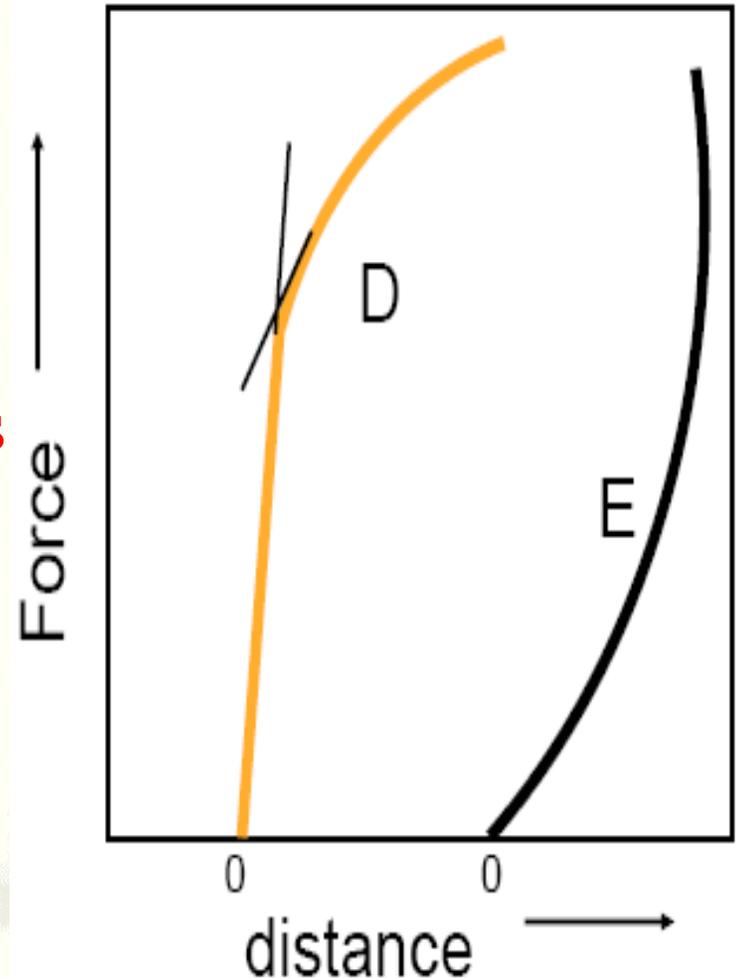
击穿试验的力迫曲线

- initial rapid rise over short distance (there is no puncturing of the tissues)
- punch begins to penetrate into food -yield point or bio-yield point
- direction of the force changes
-A=increases; B= constant;
C=decreases
- slope changes: A=+; B=0; C=-



击穿试验的力迫曲线

- D curve is a special case of A curve -obtained from starch paste or whipped cream - **intersection of the two lines is yield point**
- curve E is obtained from starch pastes -has no yield point and is unsuitable for puncturing test



挤压测试

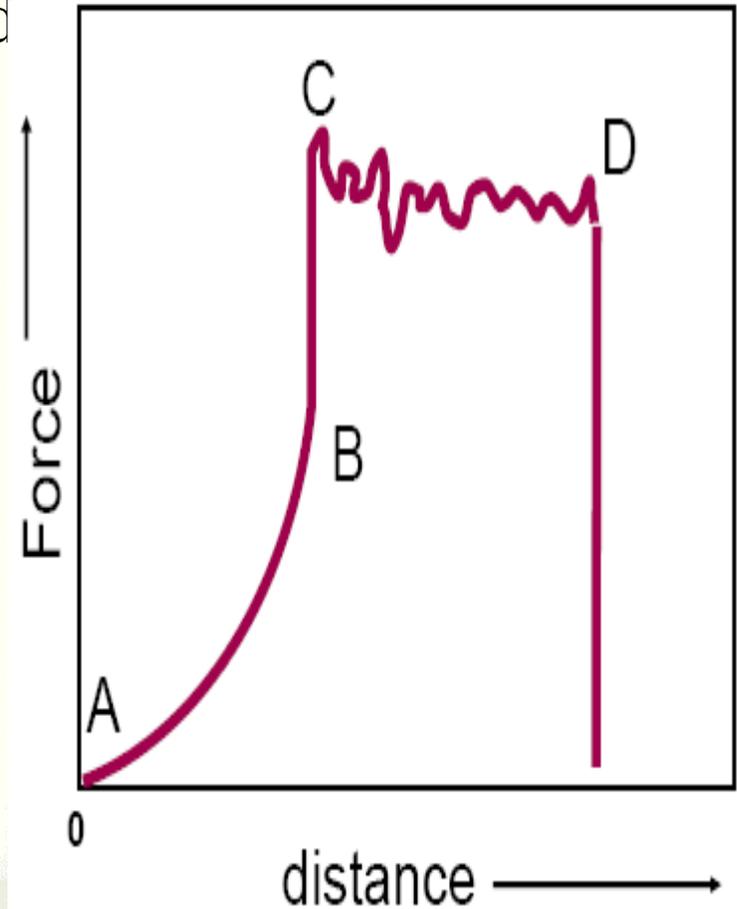
Compression - Extrusion Testing

- applying force until it flows through the outlet
- maximum force to extrude the food is an index of texture quality
- used for viscous liquids, gels, fats, fresh and processed fruits and vegetable



挤压实验的力迫曲线

- A to B = product is deformed and compressed
- B the pack is solid
- C the product starts to rupture and flow up through the annulus -it gives the force needed to begin extrusion
- D compression is reversed and force falls to zero -CD force needed to continue extrusion



拉伸检测Tensile Tests

- assumes that the sample fractures almost instantaneously
- the maximum force is the tensile strength of the material
- 包装薄膜密封强度检测



弯曲断裂检测

Bending and Snapping

- used to food that is in the shape of bar or sheet
- the compression bar moves down between the two supports bending the food until it snaps



剪切池实验

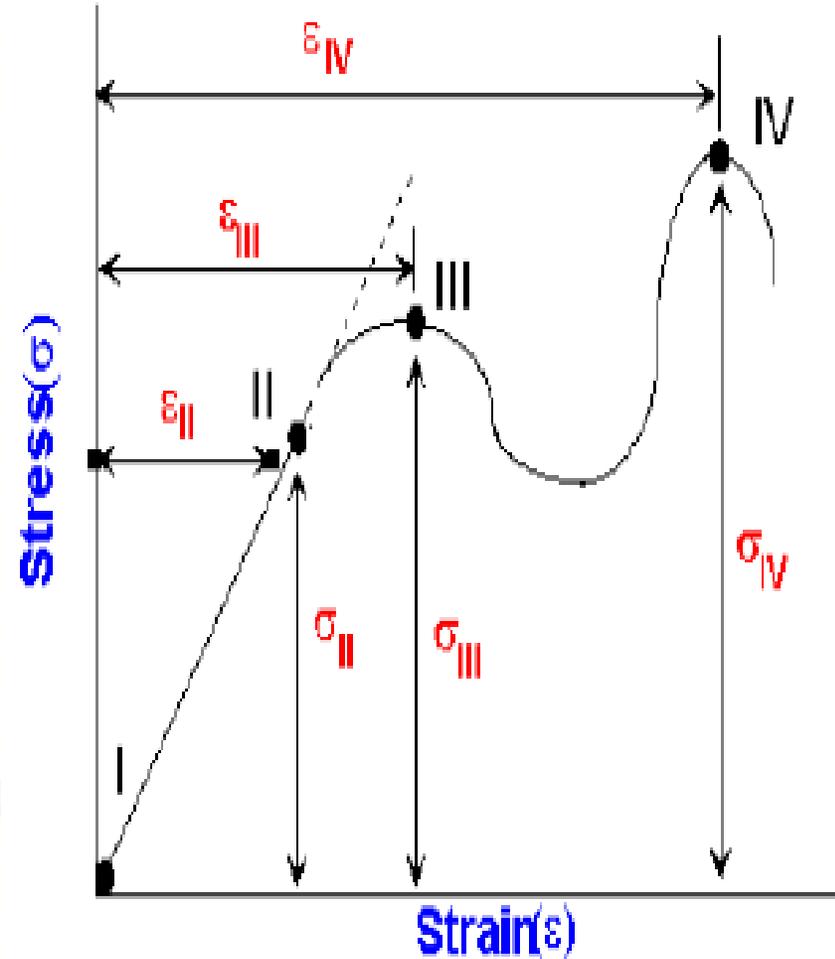
- a well established tool for evaluating the composite flow of particulate foods
- contains 5 shear blades
- sample holder is filled with samples and the shear blades are forced into the material
- force on the ram holding the blades are measured over time and correlated to product firmness



压缩变形

Simple Compression

- I-II: straight line up to the linear limit (II)- Young's modulus (the firmness of product) can be calculated from this linear portion - slope of stress/strain
- III –bioyield屈服点 is related to failure in the microstructure of the sample
- IV-rupture point断裂点 of the sample is related to the macroscopic failure of the material



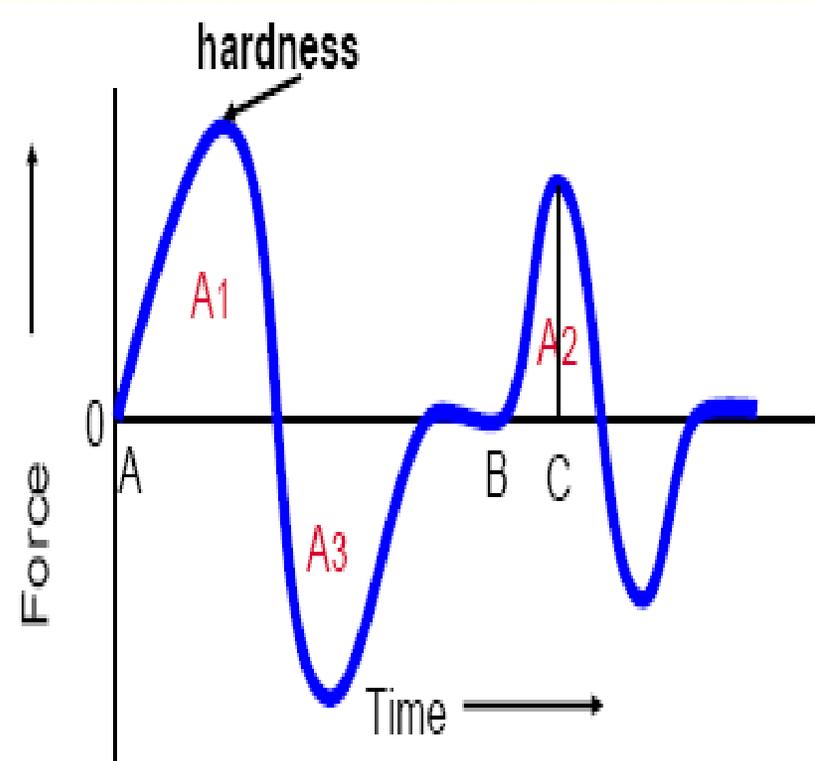
咀嚼质构分析

Texture Profile Analysis (TPA)

- 模拟人的两次咀嚼动作，记录力与时间的关系，从中找出与感官评价对应的参数
- 记录的力-时间曲线能提供一系列质构参数并与感官评价对应，这些参数包括：硬度、弹性、内聚性和黏附性，并由此计算脆性、咀嚼性和韧性
- 应变量、停留时间、样品材料大小等

TPA Test

- Hardness 硬度 - peak force on the 1st compression circle
- Fracturability (brittleness 脆度) - force of the significant break in the curve
- Cohesiveness 凝聚性 - $A2/A1$
- Adhesiveness 黏附性 - $A3$
- Springiness (or elasticity 弹性) - distance BC
- Gumminess 胶粘性 = hardness \times cohesiveness
- Chewiness 咀嚼性 = gumminess \times springiness

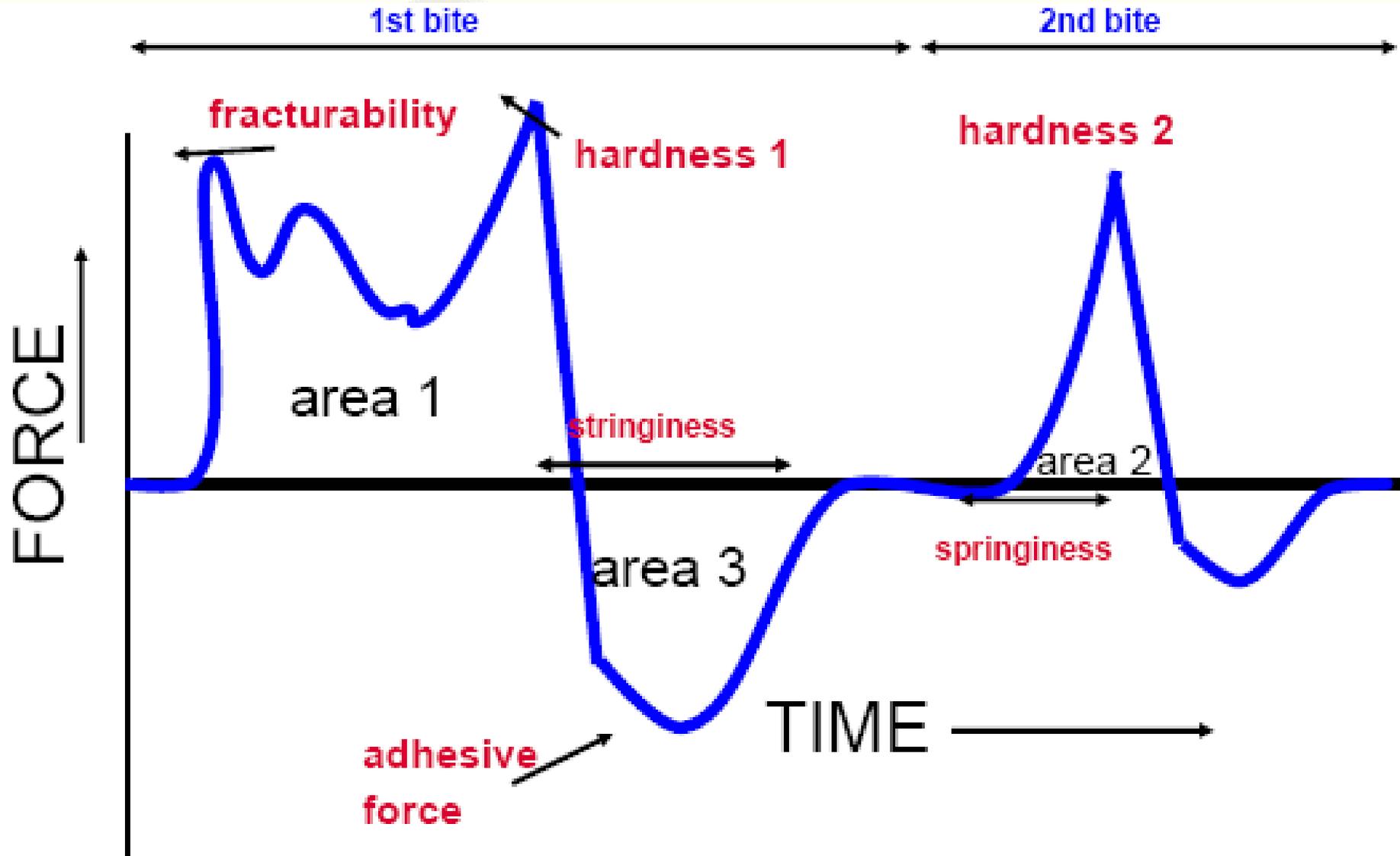


A = 1st compression

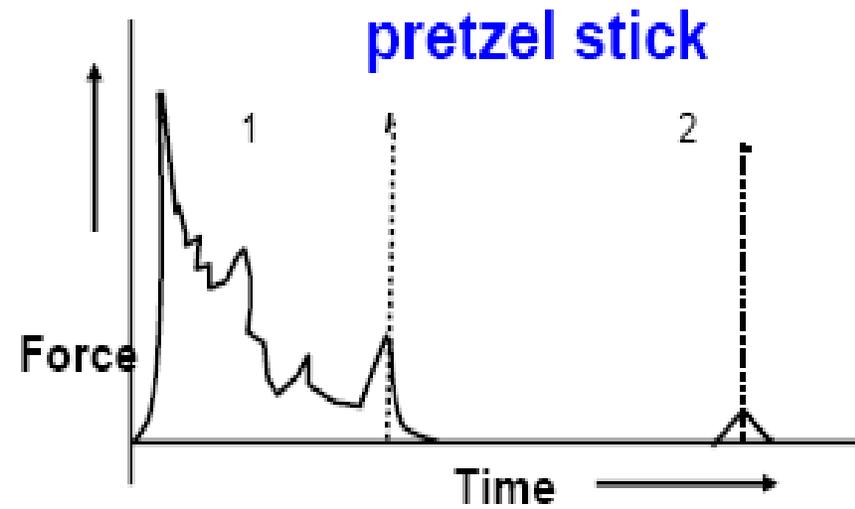
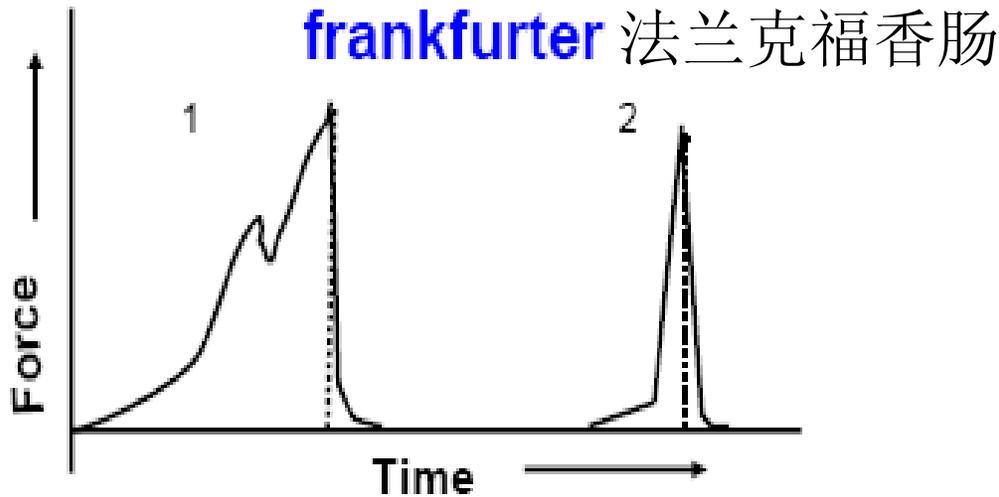
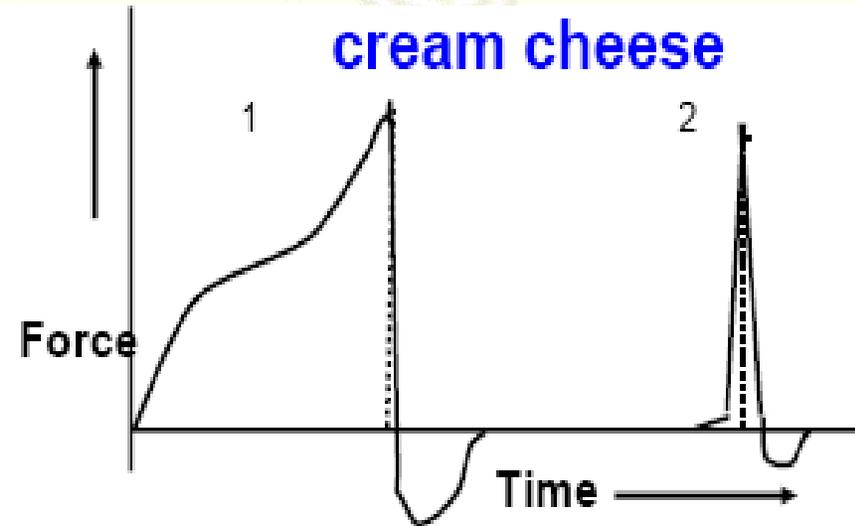
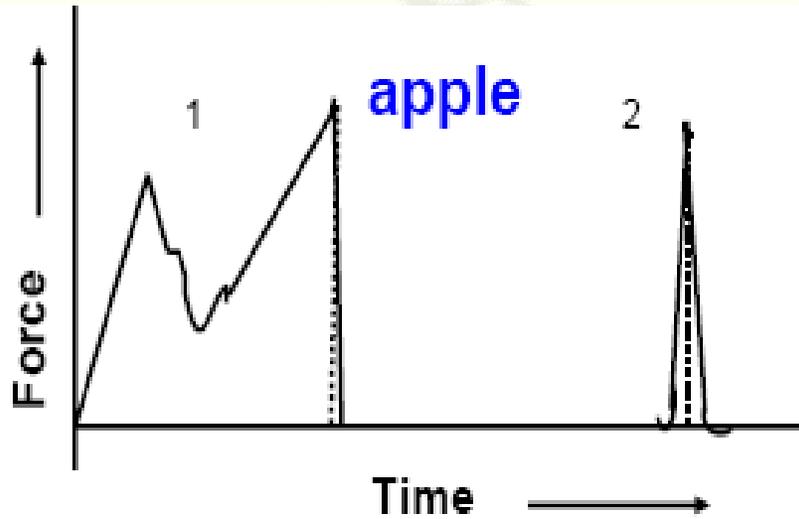
B = 2nd compression

A1, A2 and A3 = areas under the curves

Generalized TPA



GTPA Obtained From different materials



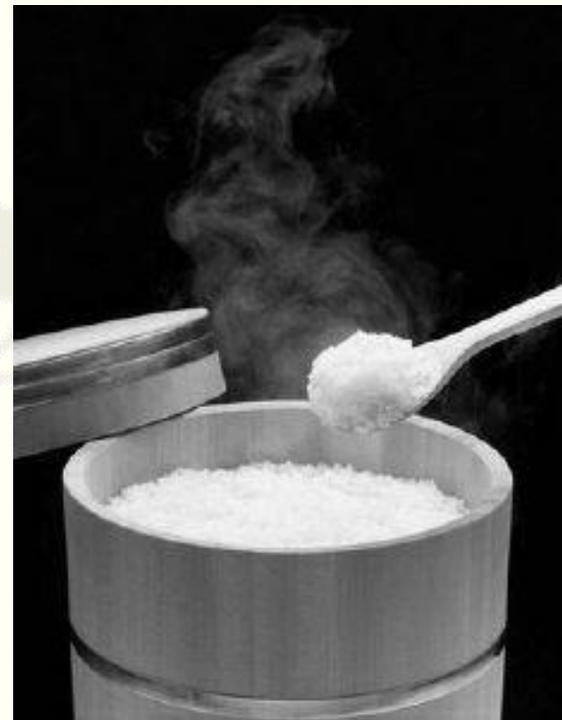
布拉本德粉质仪

- **面团阻力仪**，由一套驱动装置和与其相连的测量混和器等部件组成。将面粉与水加入预热的和面钵中，电机驱动搅拌叶片旋转，叶片在搅拌过程中由于面团的粘弹性所产生的阻力使电机外壳反向动作，这种随时间变化的扭矩被记录在记录纸上，即为面团的粉质曲线
- **及线时间**：搅拌开始到记录曲线和500B.U的纵轴线接触所需要的时间，表示小麦蛋白质水合所需要的时间
- **面团形成时间**：搅拌开始到转距达到最大值所需要的时间
- **稳定时间**：曲线达到500B.U到脱离500B.U所需时间，表示面团的稳定性
- **耐力指数**：曲线的最高点与过5分钟后的最高点之间的距离，表示面团在搅拌过程中的耐衰落性

淀粉粉力测试仪

- 测定面粉中的淀粉酶活性
- 糊化开始温度
- 粘度最大时的温度
- 最大粘度

稻米吃味仪



3、食品质构的生理学检测

- 把**传感器**贴在口腔的不同部位，测定**牙、舌、上颚**等部位所受的力或变形随时间的变化规律，利用肌电图或下颚运动测定仪等手段对咀嚼和吞咽过程进行运动分析，得到表达质构的数据。
- 与仪器测定法和感官检验法的比较
 - 识别个体差异
 - 易食性、咀嚼性、易吞性等感觉性质的数据化
 - 摄食过程中的变化

生理学检测方法

- **压力测定**
 - 小型压力传感器置于口腔中
- **肌电图 (EMG)**
 - 咀嚼肌在运动过程中产生的活动电位变化图
- **腭运动记录仪 (MKG 或SGG)**
 - 分析咀嚼运动，最大开口距离，最大前后移动距离，最大横向移动距离，最大开口速度，最大闭口速度，开口时间，闭口时间，咬合时间，咀嚼周期
- **EMG-MKG**
 - 肌活动量，破碎运动区域，磨碎运动区域

生理学检测实例

• 固体食品的咀嚼力

- 埋入压力传感器的义齿
- 从咀嚼开始到吞咽的咀嚼力-时间波形图中，可以反映不同质构食品的咀嚼力，从开始咀嚼到吞咽所需的时间和咀嚼次数

• 固体食品的上颚压

- 评价半固态食品的质构
- 用舌与上颚间的压力粉碎食品后吞咽，此时上颚所受的压力为上颚压
- 从咀嚼开始到吞咽的上颚压-时间波形图中，可以反映不同质构食品的舌的压碎力的变化

• 液体食品的吞咽压

- 吞咽压：液体食品入口后吞下时的上颚压
- 吞咽压-时间图显示液体食品的粘度越高，吞咽压越大，吞咽所需的时间越长

食品物性的仪器测定值与咀嚼运动的关系

• 咀嚼肌活动量与物性值的关系

- 咀嚼肌活动量与硬度： $y=0.284+0.374x(n=11, r=0.865^{**}, \alpha<0.01)$
- 咀嚼肌活动量与硬度和应变： 0.959^{**}
- 咀嚼肌活动量与硬度和凝聚性： 0.944^{**}
- 咀嚼肌活动量与硬度、应变和凝聚性： 0.959^{**}
- 可见，食品硬度大则咀嚼肌活动量大；相同硬度的食品，应变大则咀嚼肌活动量大

食品物性的仪器测定值与咀嚼运动的关系

• 磨碎运动区域比与应变的关系

- 应变是一种独立的质构感觉
- 咀嚼活动量分为破碎运动区域和磨碎运动区域，前者以下颚的垂直运动为中心，后者以横向运动为中心。
- 磨碎运动区域的肌活动量 E_2 与咀嚼肌活动量（ $E = \text{破碎运动区域的肌活动量} E_1 + E_2$ ）之比（ E_2/E ）与应变的关系表明：应变越大，则 E_2/E 也越大。

食品质构评价的应用例

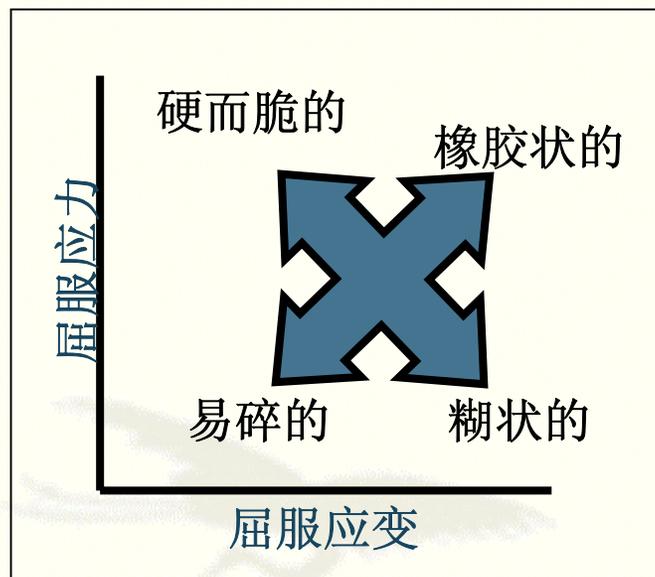
- 奶油、砂糖、鸡蛋的混合比对饼干质构的影响
- 米饭的老化感
- 天然干酪生产过程中的质构评价



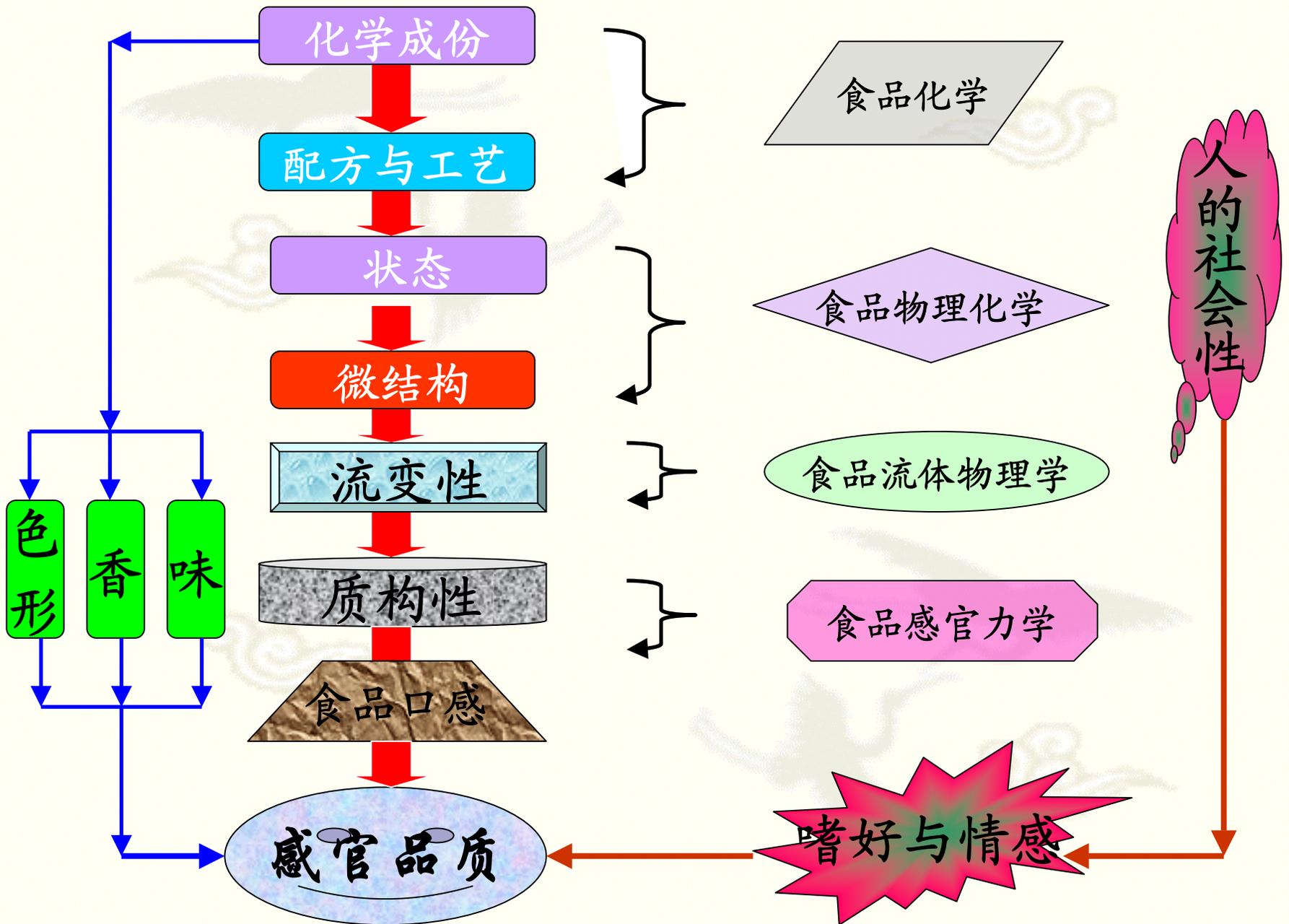
英国厨师发明“咀嚼传声装置”

结构映射

- 结构映射是一种确定食品和化妆品的结构特性的常用方法。
- 还有一些其它形式，包括模量 vs. 屈服应力和瞬时弹性应变 vs. 蠕变粘度。



小结





愿您一生好味回!

