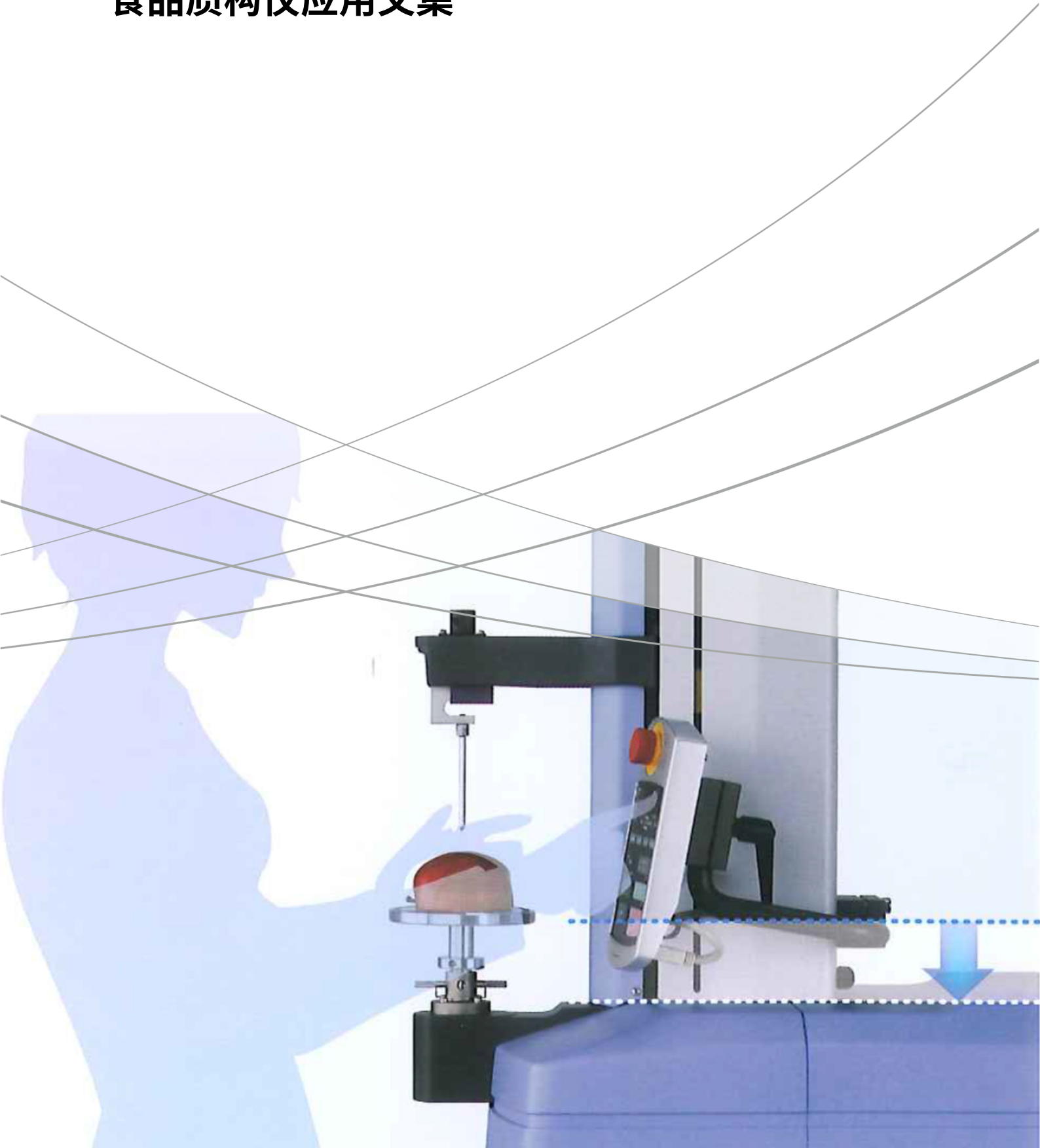


# 食品质构仪应用文集



# 序言

食品质构是食品除色、香、味外的一种重要特性，是决定食品档次的最重要的指标之一，在某种程度上可以反映出食品的感官质量。对于食品质构有两种主要的研究方法——感官检验和仪器测定。食品感官检验是指通过人的感觉器官评价食品特性的方法，其试验结果因个人差异或身体差异，难以获得重复性高的量化数据；使用质构仪器测定，可对食品进行客观的、量化的测试，以弥补感官试验的不足。

目前，食品质构的测定与研究主要应用于产品研发、质量检测与控制、食品流程工艺、产品评价等方面。举个例子，食用面条时的“筋道”感是对品质评价的重要指标。然而对“筋道”这一人人皆知却难以准确表示的感官指标，在面条、粉丝等工业化生产中是很难准确控制的。利用食品质构的研究方法，用食品质构仪或其他专用仪器对“筋道”这一嗜好性指标进行定量表达，无疑会对以上产品的开发起到关键性作用。同样，对不同批次产品进行量化检测，通过其数据比较可以对其质量进行监督管理。类似的，还有米饭的“粘性”，饼干类的“酥脆性”，肉类的“柔嫩性”等的模糊概念，都可以进行量化并给予相应的评价等级。

岛津EZ-Test质构仪是一款单立柱式电子万能试验机，其具有轻便紧凑、尺寸小巧的特点，拥有“开放式操作台”的设计，具有更大的操作空间，因此十分适合食品、医药类产品、电子电器等的小载荷试验。此外，EZ-Test质构仪的载荷传感器精度为0.5%，精度保证范围传感器额定容量的1/500~1/1，极高的精度保证了试验结果的准确性；每秒最大1000个采集点的极高采样频率能保证精确采集每个峰值；试验速度最高可达 2000 mm/min，返回速度最高可达3000 mm/min)，其高速率试验速度和返回速度可极大提高试验效率，特别是大变形量试验。对于不同类型的试验，通过简易的夹具更换与试验探头更换可以应对各种各样的食品质构试验。

岛津公司作为全球著名分析仪器厂商，自1875年以来，始终秉承创始人岛津源藏的创业宗旨“以科学技术向社会做贡献”，不断钻研领先时代、满足社会需求的科学技术。岛津的试验机至今已有100多年的历史，在行业内的探究，钻研积累了十分丰富的经验。为了应对食品质构这类试验量化测试，岛津分析中心精心推出这本《食品质构研究岛津应用文集》，其中包括了EZ-Test质构仪对于不同食品的品质构试验应用，另外还包括了岛津试验机中的CFT毛细管流变仪在食品类的应用。当然，对于食品质构的测试不局限于此论文集中收编的应用文献，我们也将持续努力，为各位提供更多丰富且新型的案例。希望我们的工作能对您有所帮助。

岛津企业管理（中国）有限公司  
分析中心

# 目 录

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>一、 食品质构专业术语及常用标准解读 .....</b> | <b>1</b>  |
| <b>二、 米面、肉制品类 试验 .....</b>      | <b>4</b>  |
| 1. 米饭咀嚼口感的质地测试 .....            | 5         |
| 2. 冷荞麦面口感测试 .....               | 8         |
| 3. 渗透实验测试猪肉质地 .....             | 11        |
| 4. 盐腌鲑鱼子口感质地测试 .....            | 14        |
| <b>三、 蔬菜、水果类 试验 .....</b>       | <b>17</b> |
| 1. 西红柿质构评价 .....                | 18        |
| 2. 梅酒腌制李子多方面测试 .....            | 21        |
| <b>四、 加工食品类 试验 .....</b>        | <b>24</b> |
| 1. 面包新鲜度质构评价 .....              | 25        |
| 2. 果冻弹性测试 .....                 | 27        |
| 3. 奶酪和果冻的咬碎和剪切测试 .....          | 30        |
| 4. 薯片口感测试 .....                 | 33        |
| 5. 软糖的全质构评价 .....               | 36        |
| 6. 多刀剪切夹具早餐谷物评价 .....           | 38        |
| 7. 多探针刺穿夹具对果酱质构评价 .....         | 40        |
| 8. 渗透法评价半固体的结构强度 .....          | 42        |
| 9. 吞咽困难患者食品评价 .....             | 45        |
| 10. 保健食品的质构分析 .....             | 48        |
| 11. 毛细管流变仪在食品的应用 .....          | 51        |

# 一、食品质构专业术语及常用标准解读

食品质构的仪器测定方法分为半经验或模拟测定法，基础力学测定法。食品质构的仪器测定多属于半经验或模拟测定。它与基础力学测定方法所不同的是，变形并非保持在线性变化的微小范围内，而是非线性的较大变形或破坏性测定。虽然用这些仪器所测得的数据，不如用基础力学测定法所测得的数据具有普遍性，但是实践证明用上述仪器测定的特征量能很好地表现出相应食品的质构。所以这类仪器已被广泛应用于食品工业中。目前，它们的种类越来越多，测量的精度也越来越高。全质构分析（简称“TPA”）就是模拟测定法中一个重要方法。

## 全质构分析（TPA）

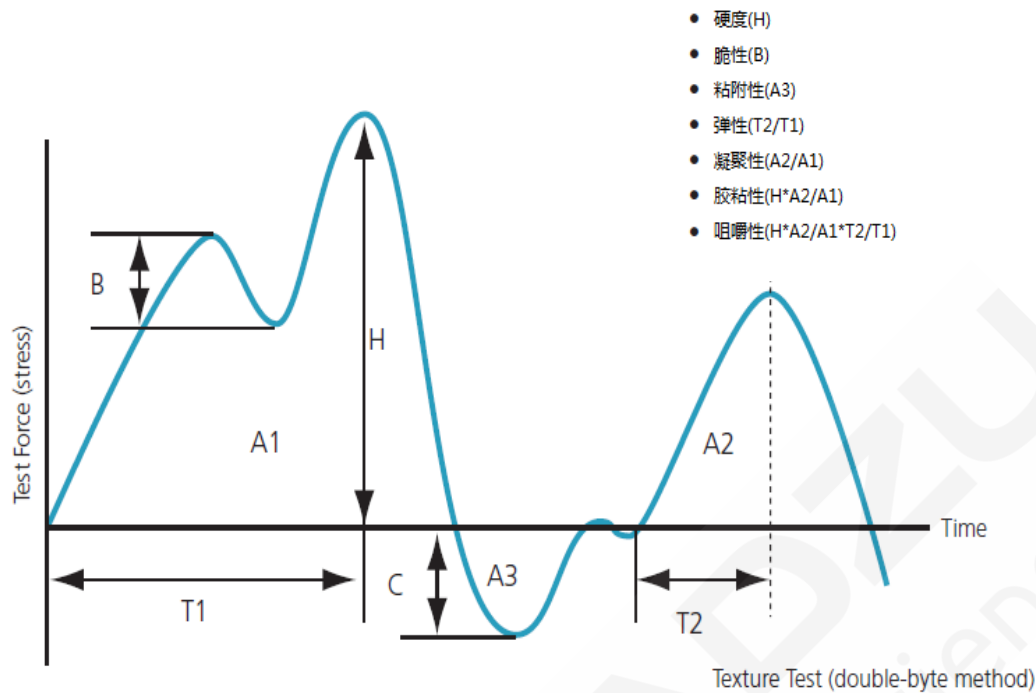
质构分析测试是针对食品质地口感所发展的方法。使用两次向下压缩动作模式，模拟人类口腔的咬合形式，通过试验机与软件的分析工具测试与解析，能够一次提供测试人员各个质构参数。其应用领域广泛，相关的有：烘焙制品、乳制品、凝胶类食品与肉类加工。

试验动作说明：

1. 探头先向下压缩样品，达所形变目标值后，仪器自动测量样品高度，并根据样品高度计算应变量，此压缩过程中，探头使用设定的测试速度。
2. 探头往上返回到刚接触样品的位置，停止时间为设定的时间。
3. 探头再次向下压缩，到达目标值后，再次上升到试验前初始位置。

测试过程中，质构仪采集试验过程中的力值，行程位移与时间数据。并对这些数据绘制图像。

下图是典型力-时间曲线。



力-时间曲线

**硬度(Hardness):** 最直接反应口感的一项指标, 在质地剖面分析中, 直接影响咀嚼性 (胶着性、chewiness) 与凝聚性 (Cohesiveness)。在图中使用 H 表示, 即第一次下压时该区段产生的最大力值, 单位为 N, 牛顿。

**脆度 (Fracturability):** 针对具有酥脆外表的样品独有的一项指标。一般而言若无此项参数的食品, 质构软件会自动隐藏。脆度在全质构试验中得到的曲线体现为硬度之前出现的较小峰值与第一次较小幅度下降后的谷值高度之间的差值, 在图中使用 B 表示。

**粘性 (Adhesiveness):** 样品经过加压变形之后, 有些样品本身具有黏性, 则在探头往上上升时会产生负向的力, 在食品领域可以解释为黏牙性的口感。在全质构试验曲线中, 体现为 A3 的面积。

**弹性 (Springiness):** 弹性在第一次咬合结束与第二次咬合开始之间可以恢复的高度。全质构试验中使用曲线中 T2 与 T1 的时间比值。

**粘聚性 (Cohesiveness):** 又称凝聚力, 被定义为第一次压缩与第二次压缩能量比值, 在图中体现为 A2/A1 的面积比值。

**胶着性: (Gumminess):** 即胶粘性, 胶着性被定义为硬度与凝胶力的乘积, 即  $H \cdot A2/A1$ 。对于半固体食品而言, 一个特点就是硬度低, 凝聚力大。因此这项指标应该用于描述半固体食品的口感。

**咀嚼性 (Chewiness):** 咀嚼性被定义为胶着性与弹性的乘积。一般解释为固体食物咀嚼时所需要的能量, 难以精确测量, 因为咀嚼涉及压缩、剪切、穿刺、粉碎、撕裂、切割等, 另外也与口腔中的状况有关 (例如唾液分泌、体温等因素)。这个数据主要用在固体与半固体的口感描述上。计算方法:  $H \cdot A2/A1 \cdot T2/T1$ 。

由于语言表述和个体差异，TPA 参数命名和对参数的定义还不十分完善，因此，在参照仪器提供的检测方法和参数定义基础上，会根据实际情况做出修改。本应用文集中的应用文章，在无特殊说明的情况下，都是按照以上的描述进行定义参数的。

除了经典的 TPA 试验方法之外，模拟测定还包括其他方式进行模拟。例如，模拟人类牙齿的剪切测试，使用探针对果蔬表面进行穿刺测试等等。像这类测试都可以有效地测试出食品样品的质构参数。

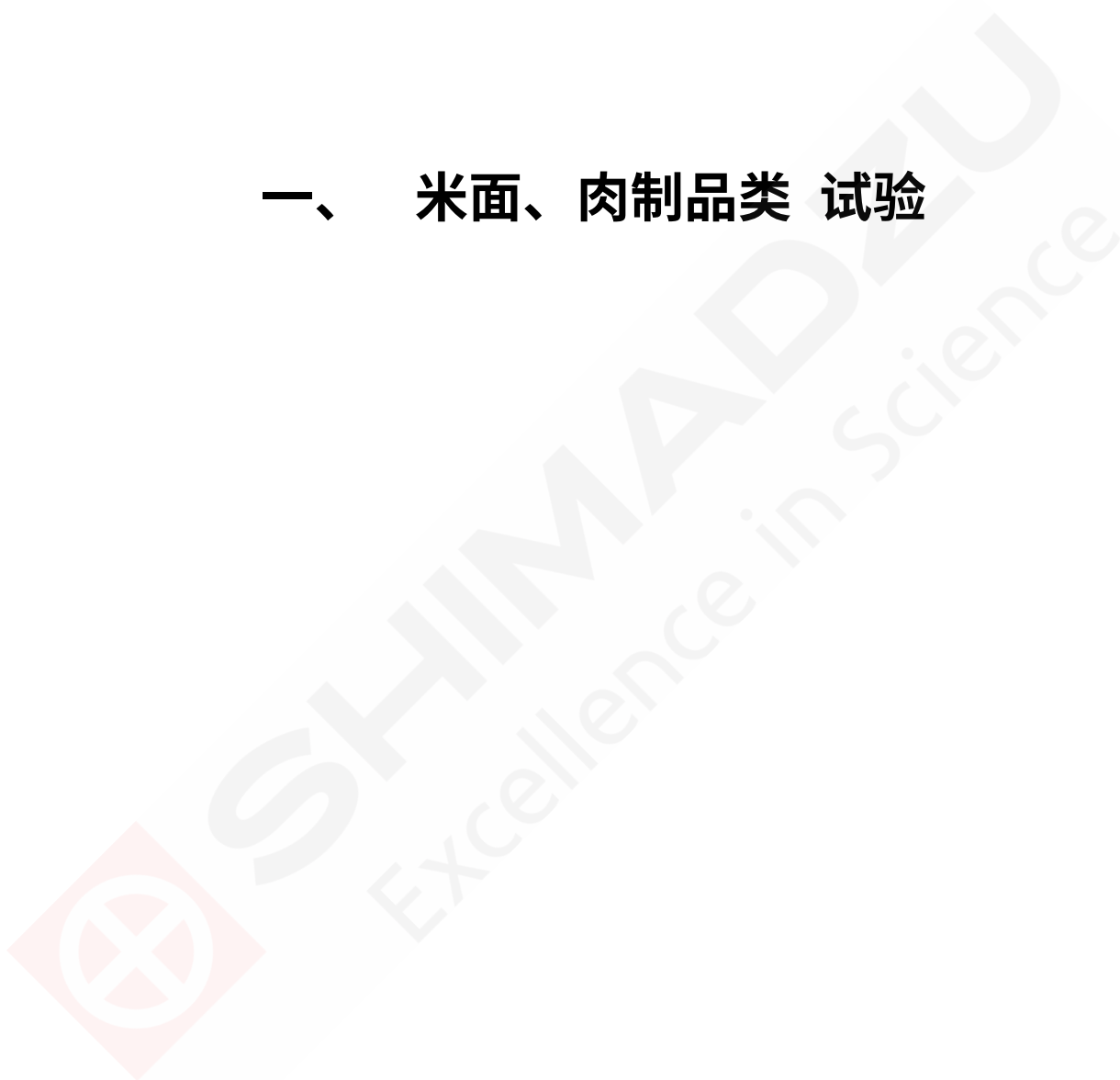
而相比而言，虽然基础力学测定仪器方法对于表现食品质构的综合力学性质较差，但是由于其测试结果定义明确，数据互换性强，便于对影响这一性质的因素进行分析等，所以其在食品质构的应用也有其一席之地。基础力学测定即测定具有明确力学定义的参数的仪器，如粘度计、基础流变仪等。它们测出的值具有明确的物理学单位，如粘度、弹性率、强度等。例如在本文集中，我们就向读者展示了流变仪在食品中的应用。

质构仪在质构检测方面的研究不断加深，但还是存在缺乏标准的测试参数及方法等局限性。比如测试条件会影响果蔬质构的测定结果，包括测试样品本身（规格大小、型号、取样量、取样部位、摆放方式等）、测试模式（拉伸、穿刺、压缩、剪切等）、测试参数条件（探头、压缩程度、压缩速率等）以及测试关键指标的选取等。然而，随着理论基础的加深，将会有越来越多的测试方法被开发出来。国内外目前常用的测试标准归纳于下表。

| 序号 | 被测物项目         | 方法标准名称          | 方法标准编号         | 应对仪器            |
|----|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1  | 大米            | 煮熟大米的抗挤压性测试     | ISO11747-2012  | EZ-Test 配合挤压探头  |
| 2  | 面条            | 面条坚实度测定         | AACC 66-50     | EZ-Test 配面条拉伸夹具 |
| 3  | 面包            | 面包的硬度测试         | AACC74-09      | EZ-Test 配合压缩探头  |
| 4  | 天然凝胶<br>(例蜂蜜) | 可得天然胶凝胶强度测定     | GB 28304-2012  | EZ-Test 配合压缩探头  |
| 5  | 明胶            | 食品添加剂（明胶）凝冻强度测定 | GB 6783-2013   | EZ-Test 配合压缩探头  |
| 6  | 肉类            | 肉嫩度的测定          | NY/T 1180-2006 | EZ-Test 与标准相应夹具 |
| 7  | 鱼肉糜           | 鱼糜凝胶强度测定        | SC/T 3702-2014 | EZ-Test 与标准相应夹具 |

随着研究食品质构的标准逐步开发出来，质构仪试验简单、数据准确客观等优势将会进一步体现，对品质控制和产品开发都可以提供技术支撑。质构仪在食品领域研究还有更加广阔的发展空间。

## 一、米面、肉制品类 试验



# 1. 米饭咀嚼口感的质地测试

**摘要：**近年来，将口感与食品质构相结合进行分析越来越重要，在食品工程中对保持质量稳定与促进新产品的开发起着重要作用。下面介绍了以 EZ-test 岛津台式试验机（质构仪）为例，对三种不同品类大米进行质构分析并给出其评价。

**关键词：**质构仪 食品质构

现如今，将食品质构进行数字量化是食品科学一个重要方向。其食品质构分别以硬度、脆性、粘结强度、粘结性、弹性、凝聚性、粘附性等作为代表。大米作为一种具有一定粘性的固体食品，其重点考察的项目是硬度，粘附强度与其粘附性。其中硬度反映大米入口软硬程度，而粘附强度与粘附性则反映了大米在咀嚼过程中对牙齿粘附程度。本试验中，我们使用岛津公司EZ-Test系列质构仪，测量了三种大米：混合大米、越光米（日本最受欢迎的大米品牌之一）和大麦大米。

## 1. 实验部分

### 1.1 仪器

EZ-SX 50mm 圆形压盘

### 1.2 试验条件

样品名称：大米（熟米饭）

试验速度：50mm/min

样品数量：3 组

试验行程：15mm

试验温度：28 °C

传感器容量：100N

试验湿度：60%

试验探头：50mm 压缩夹具

试验类型：压缩试验

## 2. 试验介绍

对于熟米饭而言，由于加水量与烹饪时间对于实际米饭的物理性质影响较大，所以本试验应严格控制变量。图 1 为岛津公司 EZ-test 质构仪测试熟米饭的试验状态。

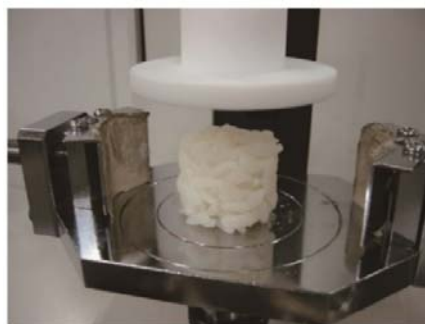


图 1. 压缩试验过程图

本试验使用 50mm 直径的压缩夹具，以 50mm/min 的速度向下压入 15mm 的行程距离，之后返回后在以相同速度二次压入。此类试验被称为“TPA 全质构试验”。

### 3. 试验结果

对三种样品的在相同环境温度湿度进行了试验。图 2 显示了 3 种样品的试验力-时间关系曲线。表 1 显示了试验数据结果。

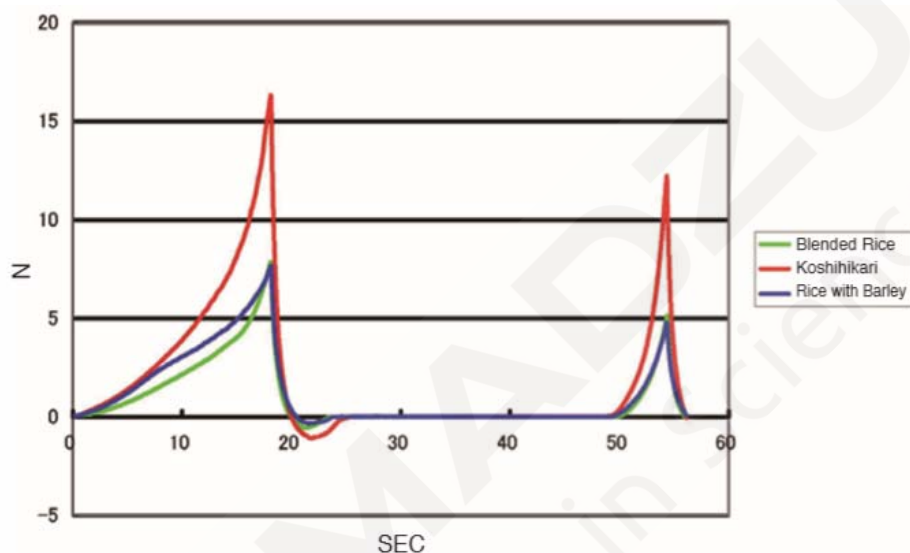


图 2. 压缩试验测试结果

根据图 2 图像与实验数据，可以得到两种产品的各类食品质构值，表 1 表示不同质构参数。其中包含硬度、粘结强度、粘结性。其中硬度表示压缩时内聚强度承受的最大作用力；粘附力表示压缩内聚后拔出夹具所需最大力；粘附性则表示拔出夹具所需要的能量。

表 1 试验数据

| 样品   | 硬度 N | 粘附力 N | 粘附性 Nmm |
|------|------|-------|---------|
| 混合大米 | 7.86 | 0.54  | 0.967   |
| 越光米  | 16.3 | 1.09  | 2.78    |
| 大麦米  | 7.67 | 0.33  | 0.603   |

与其他两种大米相比，越光米的硬度、粘附力和粘性都高出两倍以上。粘性被认为是人们真正吃米饭时所产生的感觉。质构测试结果清楚地表明了越光米的特性

#### 4. 结论

EZ-Test 岛津台式万能试验机（质构仪）可用于食品质构相关的特性测定，通过添加不同作用的试验夹具以及搭配质构软件的便利功能，可以方便地进行食品质构测试并对食物质构做出相应评价。



## 2. 冷荞麦面口感测试

**摘要：**食品的力学性能，如强度和硬度的评定，正被广泛应用于食品质地的数值比较和控制。本文介绍了使用 EZ-SX 质构仪对日本冷荞麦面进行拉伸试验与剪切试验的例子，以评价其质地与口感。

**关键词：**质构仪 面条质构

荞麦面起源于日本奈良县。它是用手揉搓出小麦粉面团，加入盐和水；抹上食用油和淀粉；然后进行拉伸、干燥和熟化。现在随着生产力的发展，一般采用大型机器流水线作业。所以，为了保证同批次生产出的荞麦面口感统一，对其质构口感的把控十分重要。根据 JAS（日本农业标准）标准，直径小于 1.3 毫米的面条称为“そうめん”，直径 1.3 毫米到 1.7 毫米的面条称“冷や麦”，较大的面条称为“乌冬”。本试验选用两种不同品牌的“そうめん”分别进行拉伸测试与剪切测试，测试其抗拉强度与剪切硬度并进行综合评价。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 面条拉伸夹具 食品剪切夹具

#### 1.2 试验条件

样品名称：“そうめん” A 与 B

试验速度：拉伸试验 50mm/min；

样品数量：2

剪切试验 5mm/min

试验温度：室温

传感器容量：1N

试验类型：拉伸试验/剪切试验

## 2. 试验介绍

### 2.1 试验装置

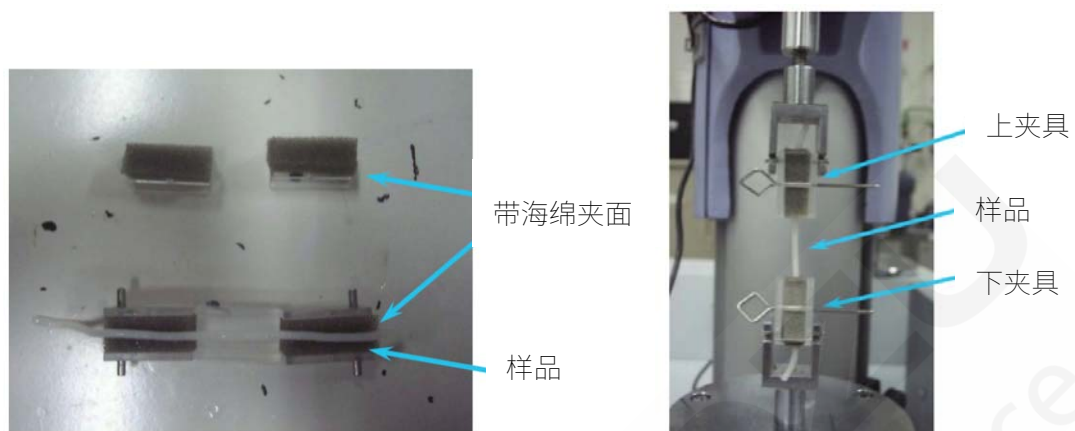


图 1.面条拉伸夹具

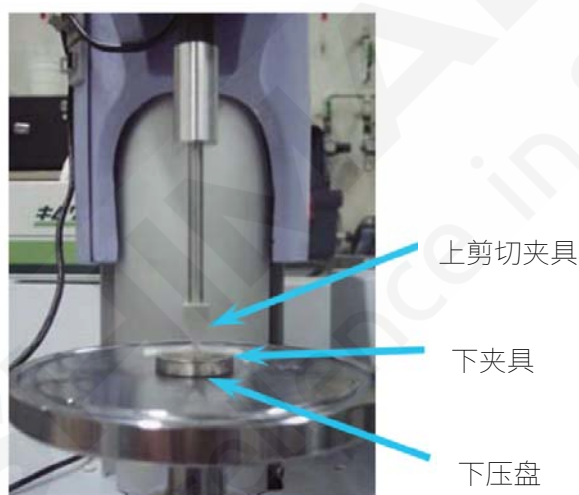


图 2. 剪切夹具

图 1 为面条拉伸试验的夹具，由于此样品面条质地较软，需要使用特殊的夹具，配合其海绵夹面能够保证面条在拉伸过程中不会在夹持位置处断裂。图 2 为剪切夹具，其上剪切夹具是模拟人牙齿设计而成。

### 2.2 试验过程介绍

样品 A，样品 B 为普通商店能购买的普通荞面，用作本次试验的样品。由于生产过程中干燥程度的不同，面条的直径在 0.8 毫米到 1.3 毫米之间（销售状态）。因此，需使用游标卡尺测量面条直径，以选择直径大致相同的试样。将标本加入沸水中煮沸 3 分钟，然后用冷水冲洗 10 秒。在 5 分钟内对样品 A 和样品 B 各 10 个样品进行测试。

### 3. 试验结果

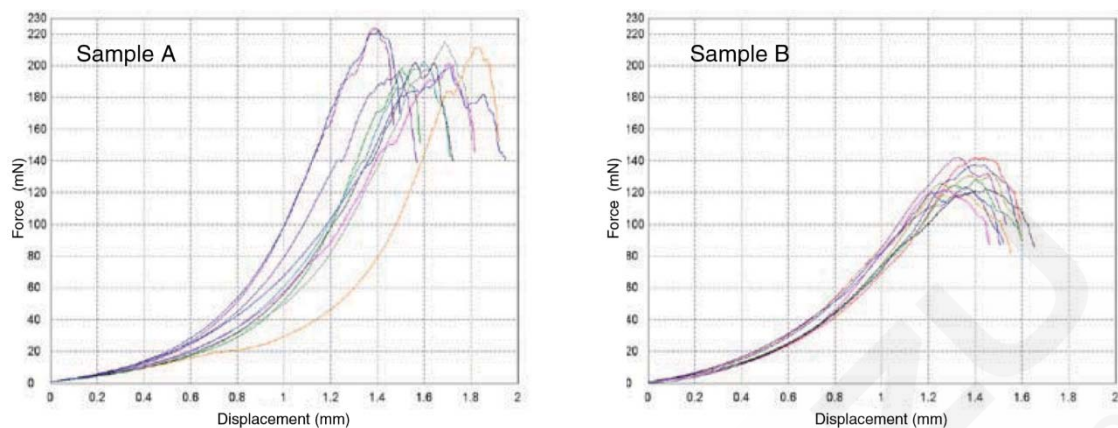


图 3. 拉伸试验测试结果曲线

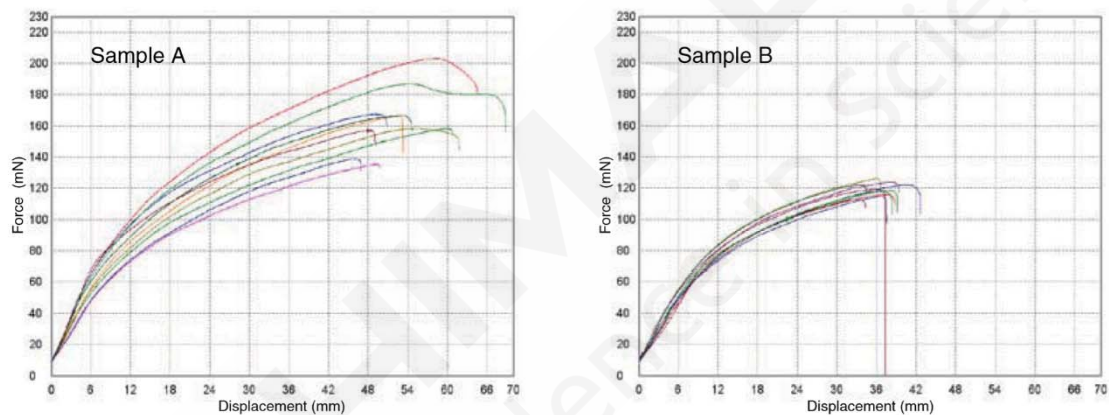


图 4. 剪切试验测试结果曲线

测试结果绘制出图 3 与图 4 的载荷-行程曲线图，由图中所给的曲线可以看出：在抗拉强度，口感相关的硬度两个方面，样品 A 均大于样品 B；对于试验结果的重复性来讲，本次试验结果都能保持在良好的水准。

### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪适合在检测食品各项质构数据，例如面条抗拉伸强度与硬度等等，测试精度高且能保持试验结果拥有良好的重复性。

### 3. 渗透实验测试猪肉质地

**摘要：**将猪肉浸泡在水中或者蛋白酶溶液中，可以迅速使肉质达到足够的嫩度。而具体嫩度的定量分析，则需要使用质构仪测试得出。本试验使用岛津公司 EZ-Test 质构仪，对从商店中购买的波士顿猪臀肉分别进行水浸泡与酶溶液浸泡并进行渗透强度测试。将其嫩度口感数值化并进行对比。

**关键词：**质构仪 渗透强度

猪又名豕、豚。因饲养简易，又具有骨细筋少肉多的特点，为日常食用肉最多的肉类。17世纪之后，猪肉陆续成为全世界主要肉品以来，选择猪肉的标准都大约相同。以颜色是浅红，肉质结实，纹路清晰为主。而最高级的肉，是瘦肉与脂肪比例恰好，吃起来不涩不油的肉品，其部位约在里肌，大腿，和排骨。之后，如果白色脂肪越多，猪肉肉品等级就越低。本次试验使用的是肉质相对鲜嫩的波士顿猪臀尖肉，将其分为3组分别是：无浸泡、水浸泡、酶溶液浸泡。并分别测试其渗透强度。

#### 1. 实验部分

##### 1.1 仪器

EZ-Test 5mm 弹性穿透夹具

##### 1.2 试验条件

样品名称：波士顿猪臀肉

试验类型：穿透试验

样品数量：3

试验速度：100mm/min;

试验温度：室温

传感器容量：50N

#### 2. 试验介绍

##### 2.1 试验装置

图 1 为岛津公司 EZ-Test 质构仪，本试验配套了 5mm 弹性穿透夹具。试验样品为波士顿猪臀肉。



图 1. 试验仪器

## 2.2 试验过程介绍

两块从商店买来的波士顿猪排事先对其进行渗透强度试验，之后浸泡 20 个小时，一块放在水里，另一块放在蛋白质降解酶溶液里，然后捞出再对其进行渗透强度试验。渗透强度试验：直径为 5 mm 的穿透弹性夹具以 100 mm/min 的速度穿透 20 mm 厚的波士顿猪臀肉至 10 mm 的深度处测量强度。

## 3. 试验结果

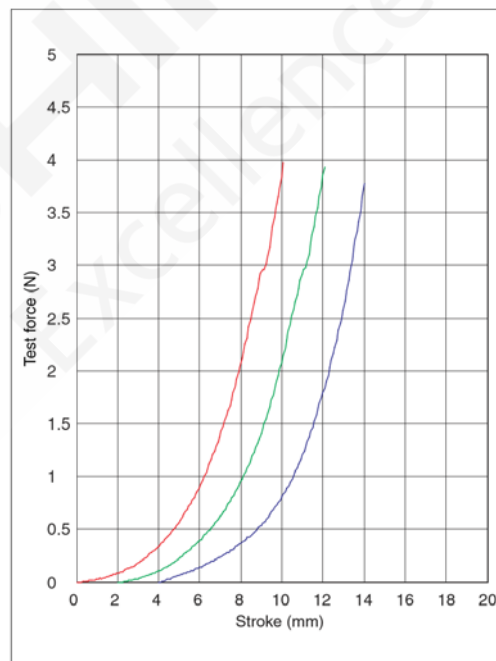


图 2. 未浸泡过新鲜猪肉

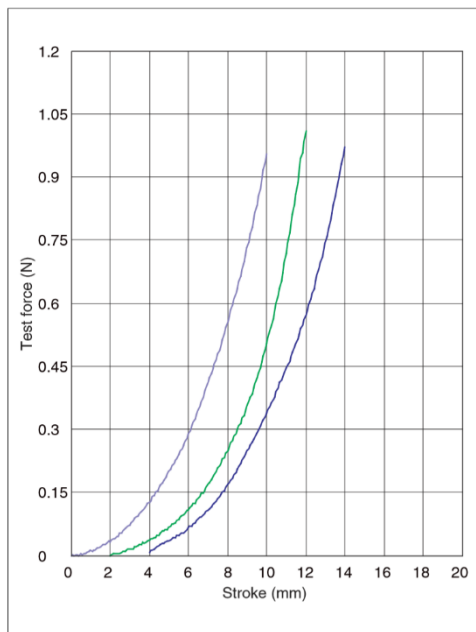


图 3.浸泡 20 分钟水后猪肉

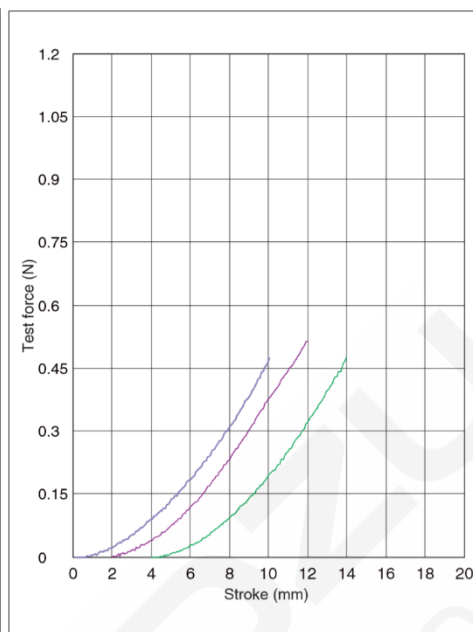


图 4. 浸泡 20 分钟酶溶液后猪肉

比较图 3 和图 4 所示的结果时, 夹具在同样深入 10mm 的情况下, 浸泡在酶溶液中的猪肉相比浸泡在水中的猪肉加载力更小, 这说明了酶溶液对使肉质变得更嫩起着更重要的作用。

当比较图 2 和图 3 时, 需要大约四倍的加载力使得探头能进入到与浸泡过猪肉相同的深度, 清楚地表明硬度的差异。下面的表 1 示出了这三个试验的最大穿透试验强度。

表 1 试验数据

| 样品              | 最大试验力平均值 (N) |
|-----------------|--------------|
| 未浸泡猪肉           | 3.90         |
| 浸泡清水 20 分钟猪肉    | 0.98         |
| 浸泡蛋白酶溶液 20 分钟猪肉 | 0.49         |

## 4. 结论

EZ-Test 岛津台式万能试验机 (质构仪) 可用于食品质构相关的特性测定, 例如本文中报告的猪肉的嫩度及其硬度。

## 4. 盐腌鲑鱼子口感质地测试

**摘要：**食物口感通常主要由人的感官来评价。然而，口感的数字量化是商品改良和区分的有效方法。本文介绍了使用 EZ-Test 对不同产地咸鲑鱼鱼子进行质构分析中的应用，其所得的数据可对鱼子口感质地做出科学的评价。

**关键词：**质构仪 食品质构

近年来，质构评测的数字量化变得越来越重要，它为我们日常的食品质构的精确确定、改进和区分提供了基本信息。食物口感通常主要由人的感官来评价。然而，口感的数字量化是商品改良和区分的有效方法。特别是在食品工业中，对食品质地的定量评价现在普遍用于各种目的，包括质量控制和新食品的开发。岛津EZ-Test质构仪提供专门的食品质构分析软件和一系列专门的测试夹具，用于定量评估食品的质构，包括脆度、脆度和适口性。主要用于食品的开发、改进和质量控制，同时还可用于包装材料的强度测试等。本试验使用EZ-Test质构仪对不同地区鲑鱼子进行压缩实验，通过试验所得曲线评价鲑鱼子质构口感。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 压缩夹具

#### 1.2 试验条件

样品名称：鲑鱼鱼子

压缩行程：3mm

样品数量：2

传感器容量：5N

试验温度：20 °C

试验探头：15mm 直径压盘

试验类型：压缩试验

环境湿度：60%

试验速度：10mm/min

## 2. 试验介绍

### 2.1 试验装置



图 1. 试验仪器

图 1 为岛津公司 EZ-test 质构仪，本试验配套了 15mm 直径的压缩夹具。试验样品为两种不同地区的鲑鱼鱼子。

### 2.2 试验过程介绍

将鲑鱼鱼子放置与下压盘中间位置，将上压盘调整位置至距离鲑鱼子约 5mm 位置处。以 10 mm/min 的向下压缩，当接触到鲑鱼子并产生力时载荷-行程曲线开始绘制。当行程达到 3mm 时上压盘返回。此时绘制完整曲线。图 2 为试验压缩过程。



图 2. 试验压缩过程

### 3. 试验结果

对两个样品的在相同环境温度湿度进行了多次试验。表 1 显示了硬度和断裂强度结果的平均值。图 3 显示了典型样品的试验力-行程曲线。

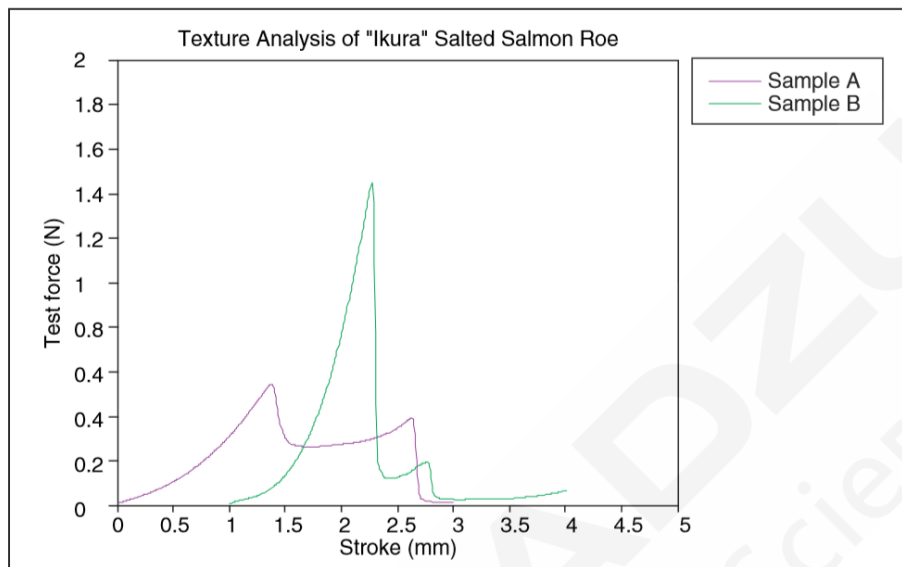


图 3. 未浸泡过新鲜猪肉

表 1 试验数据

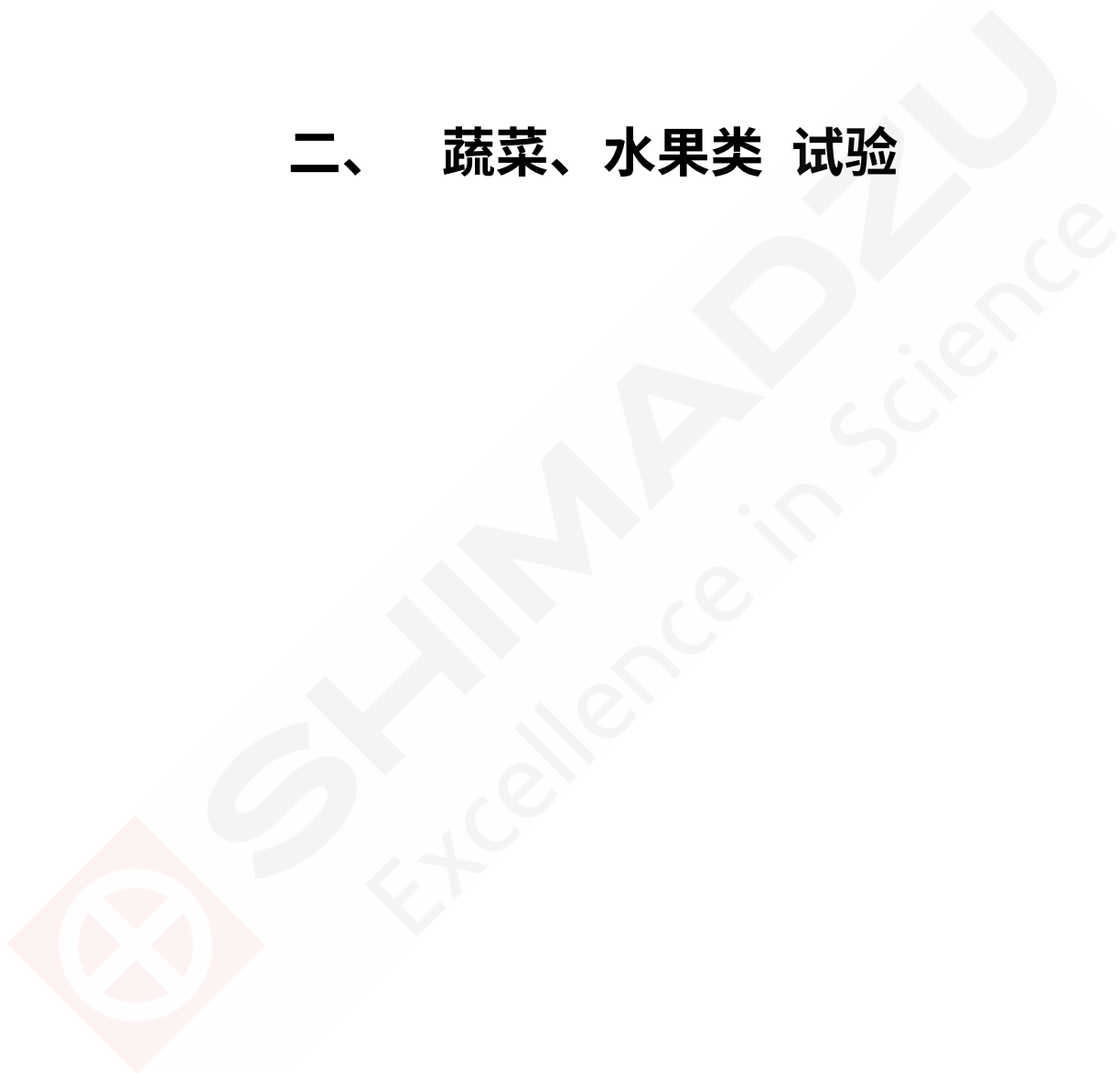
| 样品 | 硬度 (N) | 断裂强度 |
|----|--------|------|
| A  | 0.54   | 0.02 |
| B  | 1.38   | 0.08 |

由图 3 可以发现 A 类鲑鱼子的硬度相比 B 类较低，但可以发现 A 类在继续压缩过程中还有第二个力峰值，而 B 类第二峰值远小于第一峰值。由此也可以判断 A 类鱼子口感较为丰富，B 类鱼子的口感较酥脆。

### 4. 结论

EZ-Test 岛津台式万能试验机 (质构仪) 可用于食品质构相关的特性测定，例如本试验中，用其测试鲑鱼子的硬度与断裂强度，以此判断鲑鱼子口感。

## 二、 蔬菜、水果类 试验



# 1. 西红柿质构评价

**摘要：**食品的力学性能，如强度和硬度的评定，正被广泛应用于食品质地的数值比较和控制。本文介绍了使用 EZ-SX 质构仪对西红柿表皮进行穿刺试验的例子，以评价其质地与口感。

**关键词：**质构仪 果蔬质构

西红柿由于其品种，产地与种植方式有所不同，其品质也会有所差异。对于一些品质良好的西红柿常常也作为水果生吃。这时对于生西红柿的口感来讲是十分重要的。为了对生西红柿质构口感进行把控，对品种培养方式进行改进。让西红柿口感数值化的质构仪设备就显得十分重要。

本试验我们选用三种不同品种的西红柿分别进行多组的顶破表面穿刺试验并取其平均值。通过数据对比，对几种西红柿质构进行评价。

## 1. 实验部分

### 1.1 仪器

EZ-SX 穿刺针形探头

### 1.2 试验条件

样品名称：A, B, C

试验速度：0.5mm/sec

样品数量：3 批 2 组

传感器容量：50N

试验温度：室温

试验行程：10mm

试验类型：向下压缩试验

## 2. 试验介绍

本试验使用 EZ-SX 岛津电子万能试验机（质构仪），搭配 $\phi 3$ ，尖端角度为 60 的针形探头。试验开始时，现将探头移动至被测西红柿上方，以 0.5mm/sec 的速度缓缓刺入 10mm，到达 10mm 行程后返回。图 1 是试验过程，右图示意图为两种样品摆放方式。

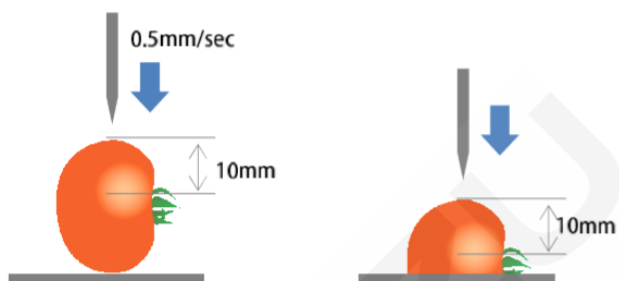


图 1. 实验过程与原理图

### 3. 试验结果

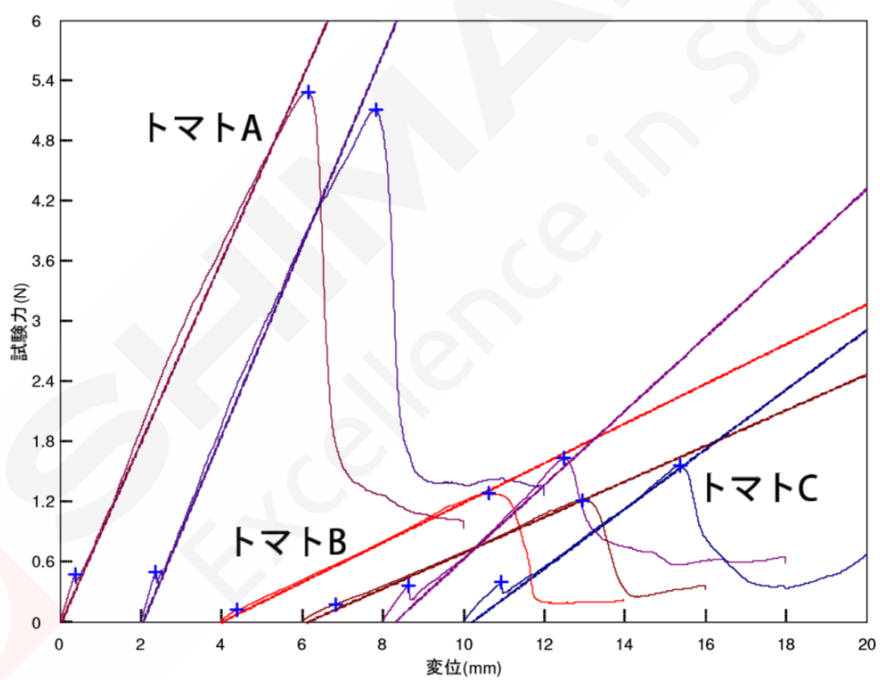


图 2. 试验结果图像

表 1. 试验结果数据

| 样本    | 凸点_试验力 (N) | 最大_试验力 (N) | 0.5-1N 图像倾斜度 (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------|------------|------------|-----------------------------------|
| 西红柿 A | 0.47       | 5.23       | 12.8                              |
| 西红柿 A | 0.50       | 5.10       | 13.5                              |
| 西红柿 B | 0.11       | 0.10       | 2.92                              |
| 西红柿 B | 0.12       | 1.28       | 2.80                              |
| 西红柿 C | 0.36       | 1.63       | 5.23                              |
| 西红柿 C | 0.39       | 1.55       | 4.21                              |

把 3 种不同品种的西红柿，摆放在平台上，探头从上面进行穿刺试验，测量试验力与行程的变化。图 2 与表 1 为实验结果的图像与数据，图表中‘凸点\_测试力’是图表初始峰值（第 1 个+标记），‘最大分测试力’是图表中的最大测试力（第 2 个+标记）的值。‘凸点\_试验力’反映穿刺夹具刺穿西红柿时贯穿果皮时的试验力，评价果皮的硬度厚度；‘最大点\_试验力’反映刺穿治具穿透时的试验力，显示果肉的硬度和浓缩情况。通过图像可以看出，贯穿果皮时的试验力番茄 A>C>B，可以看出皮的硬度不同。同时，贯穿了果皮(凸点\_试验力)后的试验力的上升的倾斜(图表中破线)，能作为果肉的硬度·凝缩情况的指标，表示倾斜度大的那样果肉普遍硬度较大。根据试验结果，番茄 A 的倾斜度最大，番茄 B 的倾斜度最小。综合来看，番茄 A 是最硬的，番茄 B 是最软的品种，中间是番茄 C。对于蔬菜等个体差异较大的试验样品，可以考虑在同条件样品中进行多次试验，根据品种的不同，通过品质管理品种改良对有用数据的进行积累。

#### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪适合在检测食品各项质构数据，测试精度高且能保持试验结果拥有良好的重复性，对于果蔬类食品开发，品质管理，出货检验等方面能提供专业的数值参考。

## 2. 梅酒腌制李子多方面测试

**摘要：**本文使用岛津公司 EZ-Test 台式试验机（质构仪）测量梅酒腌制李子的硬度和弹性等物性。之后再使用 SMX-1000 岛津微焦点 X 射线检测系统对果肉内部进行透视，观察果肉是如何腌制。多方面地对腌制李子物性进行评价。

**关键词：**质构仪 食品质构

李子不仅是一种食品，而且还可以作为一种药用食品，用于恢复疲劳和治疗食物中毒。李子有很多种类，如著名的大吉罗、白桦、杉田、木通和南科等品种。淡黄色的未成熟李子被用来制作腌制李子和李子酒。将四种李子酒腌制后的贮藏李子的质地换算成数值进行比较。分析和测量项目如下：

- (1) 用EZ试验岛津紧凑台式试验机测量硬度和弹性质量
- (2) 用SMX-1000岛津微焦点X射线检测系统对果肉内部进行透视，观察果肉是如何腌制的。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX SMX-1000

#### 1.2 试验条件

样品名称：腌制李子

样品数量：3 组

试验温度：28 °C

试验湿度：60%

试验类型：压缩试验

试验速度：50mm/min

试验行程：15mm

传感器容量：100N

试验探头：50mm 压缩夹具

### 2. 试验介绍

图 1 是用 0.5R 渗透弹性试验夹具将果肉两次加载至 6mm 深度的弹性测量照片。



图 1. 压缩试验过程图

试验使用的针型探头作为渗透夹具，其下方使用固定台将被测物进行固定，防止试验加载时被测物滚动。

### 3. 试验结果

#### 3.1 质构仪试验结果

图 2 到 5 显示了使用质构仪软件获得的加载力（穿透阻力[N]-纵轴）-位移（穿透深度[mm]-横轴）曲线。在曲线上，最高的峰越高，李子硬度越大。水平轴下方的曲线下层越深，则其内聚性越高。并且，中线稍高于水平轴的高度与最高峰值之间的高度比越大，弹性越大。在进行的试验中，所有硬度、弹性质量和粘结性的结果均为  $A \approx B > D > C$

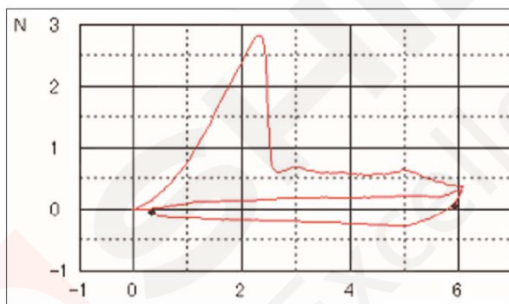


图 2. 压缩试验测试结果

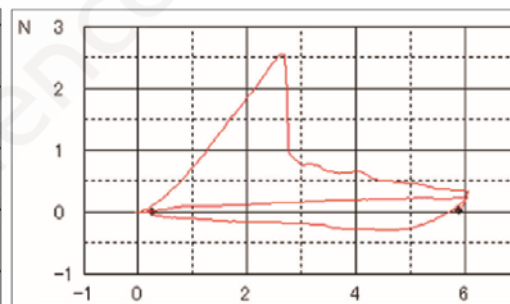


图 3. 压缩试验测试结果

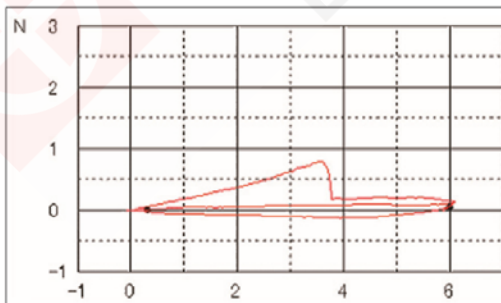


图 4. 压缩试验测试结果

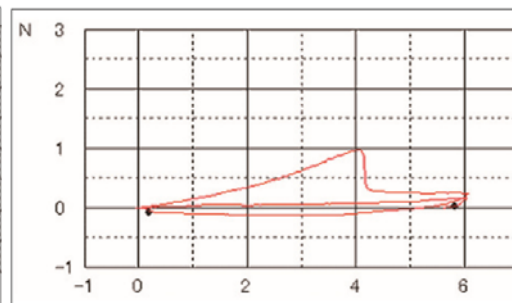


图 5. 压缩试验测试结果

### 3.2 SMX-1000 试验结果

在一定的放大倍数和分辨率（X 射线管电压 90kv，X 射线管电流 110 $\mu$ A，放大倍数 5 $\times$ ）下，对腌制的李子 A 至 D 进行 X 射线透视。结果如图 6 中的 A-1,B-3,C-1,D-1 所示。通常，在透视图像中，密度较高的区域显示得较暗（较黑），密度较低的区域显示得较浅（较白）。A-1 对比 B-3，李子 A、B 暗度相近，说明果肉密度较高。腌李子 C 的整个果肉看起来是白色的，这表明液体（本例中是蒸馏酒）已经渗透进去了。在腌制的李子 D 中，由于液体的作用，一部分靠近果皮的果肉看起来肿胀。

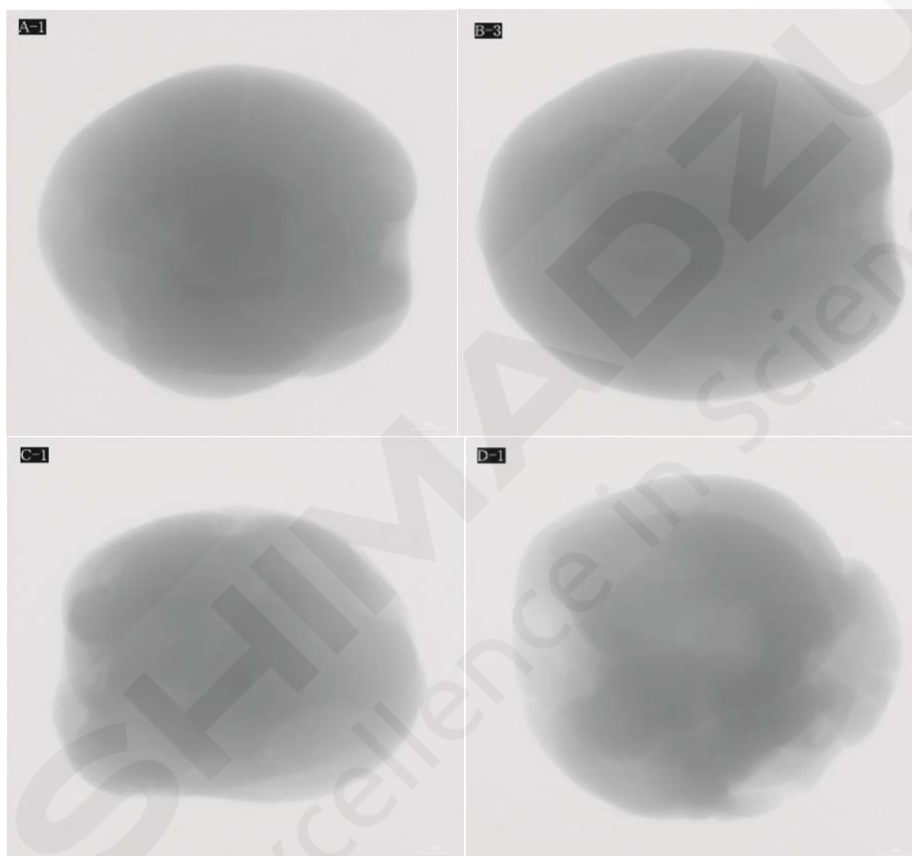


图 6. X 射线检测结果

根据上述结果，蒸馏酒的渗透度（膨胀度）被评估为  $A \approx B > C > D$ 。结果与人们把李子放进嘴里时的感觉（李子的腌制程度）相同。然而，李子硬度、弹性和粘结性的顺序与膨胀度结果不同。

## 4. 结论

EZ-Test 岛津台式万能试验机（质构仪）可用于食品质构相关的特性测定，在试验中，对腌制的李子进行力学试验、图像观察，多方面的分析和测量有利于试验方案的改进，更好地将食物的质构以数据方式呈现。

### 三、 加工食品类 试验



# 1. 面包新鲜度质构评价

**摘要：**面包在储藏过程中，随着时间的延迟，面包的硬度及其弹性均会发生变化。探究面包口感质构的具体值有利于提高面包制作技术，改善面包储藏手段。因此，使用质构仪对面包储藏过程中对口感的影响就显得十分重要。

**关键词：**质构仪 食品质构

面包，是一种用五谷（一般是麦类）磨粉制作并加热而制成的食品。以小麦粉为主要原料，以酵母、鸡蛋、油脂、果仁等为辅料，加水调制成面团，经过发酵、整型、成型、焙烤、冷却等过程加工而成的焙烤食品。本试验我们选用吐司面包，通过对比新鲜面包与隔夜面包的硬度来。通过使用质构仪获取其质构数据并对面包新鲜度进行对比考量。

## 1. 实验部分

### 1.1 仪器

EZ-SX 35mm 圆柱形探头

### 1.2 试验条件

样品名称：方片面包

试验速度：1mm/sec

样品数量：2 组

传感器容量：500N

试验温度：室温

试验行程：12mm

试验类型：向下压缩试验

## 2. 试验介绍

本试验使用 EZ-SX 岛津电子万能试验机（质构仪），搭配 35mm 圆柱形探头。试验开始时，将探头移动至被测面包上方，面包总厚度（30mm），以 1mm/sec 的速度缓缓压入面包 40%（约 12mm），到达 12mm 行程后返回。图 1 是试验过程图片。

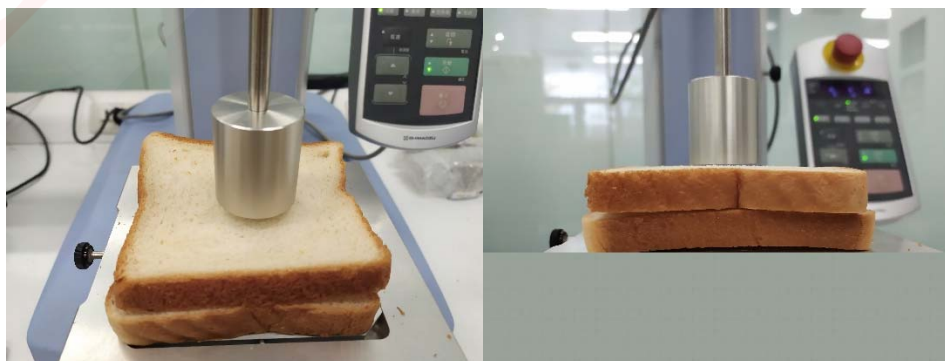


图 1. 实验过程

### 3. 试验结果

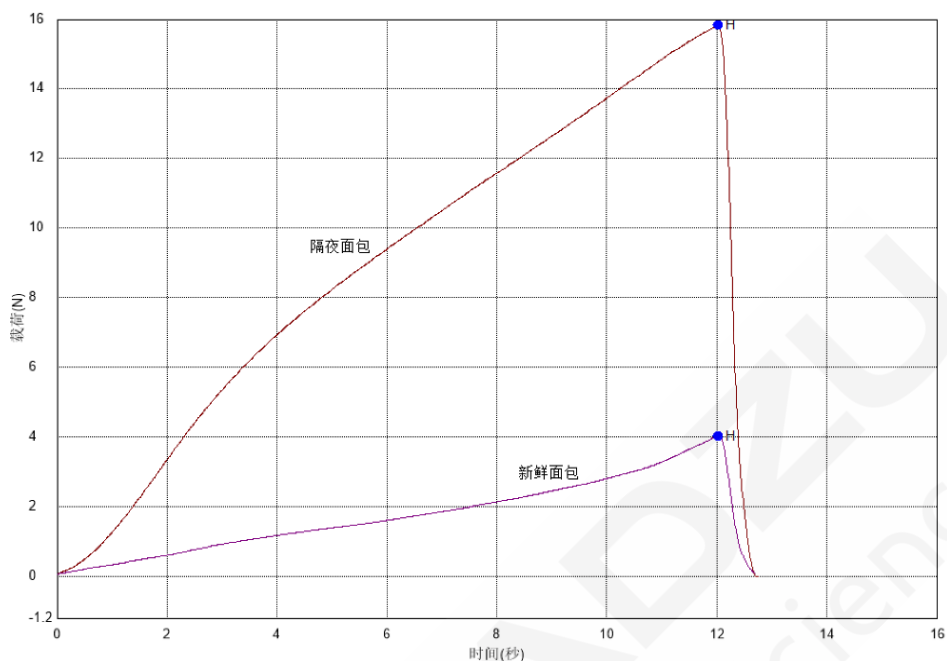


图 2. 试验结果图像

从图 2 中我们可以看出，随着储藏时间的延长，面包的硬度会变大，弹性会较之前变小。而面包的新鲜度是通过硬度和弹性两个指标进行鉴定的。也就是说，不新鲜的面包，其硬度会变大。

表 1. 试验结果数据

| 样本   | 硬度 H (N) |
|------|----------|
| 新鲜面包 | 15.83    |
| 隔夜面包 | 4.03     |

### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪适合食品行业各项质构数据检测，测试精度高、重复性与稳定性好，对于食品开发，品质管理，出货检验等方面能提供专业的数值参考。

## 2. 果冻弹性测试

**摘要：**对于食品的试验一般采用全质构试验，通过全质构试验可以测试出食品的弹性这一性质。本试验通过一种新的试验方法对果冻的弹性进行测试，此种方法更适合计算半固态物质的粘弹性。

**关键词：**质构仪 食品质构

对于食品质构的测试目前广泛采用全质构试验，此种方法定义明确，数据互换性强，便于对影响这一性质的因素进行分析。对于半固态食品类似果冻这类常见的零食，不仅可以使全质构分析对其进行二次咀嚼试验。而且可以通过本试验介绍的方法：通过测试食品在受到彻底挤压，在一段时间内，变形恢复的能力对其粘弹性进行评估。本试验我们选用超市购买的果冻，通过使用质构仪对果冻进行压缩试验，并保持一段时间，通过对比稳定后力值与最大加载力获得其粘弹性。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 35mm 圆柱形探头

#### 1.2 试验条件

样品名称：果冻

试验速度：1mm/sec

样品数量：3组

传感器容量：500N

试验温度：室温

试验行程：6mm

试验类型：向下压缩试验

### 2. 试验介绍

本试验使用 EZ-SX 岛津电子万能试验机（质构仪），搭配 35mm 圆柱形探头。

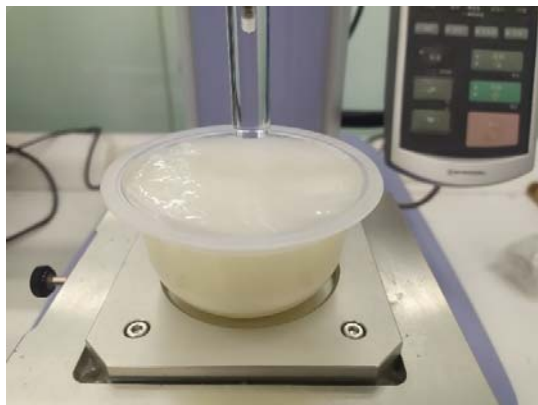


图 1. 实验过程与果冻外观图

试验开始时，将探头移动至被测果冻上方，以 1mm/sec 的速度缓缓压入 6mm，到达 6mm 行程后保持 30s，之后返回，处理试验结果。图 1 表示试验过程图。

### 3. 试验结果

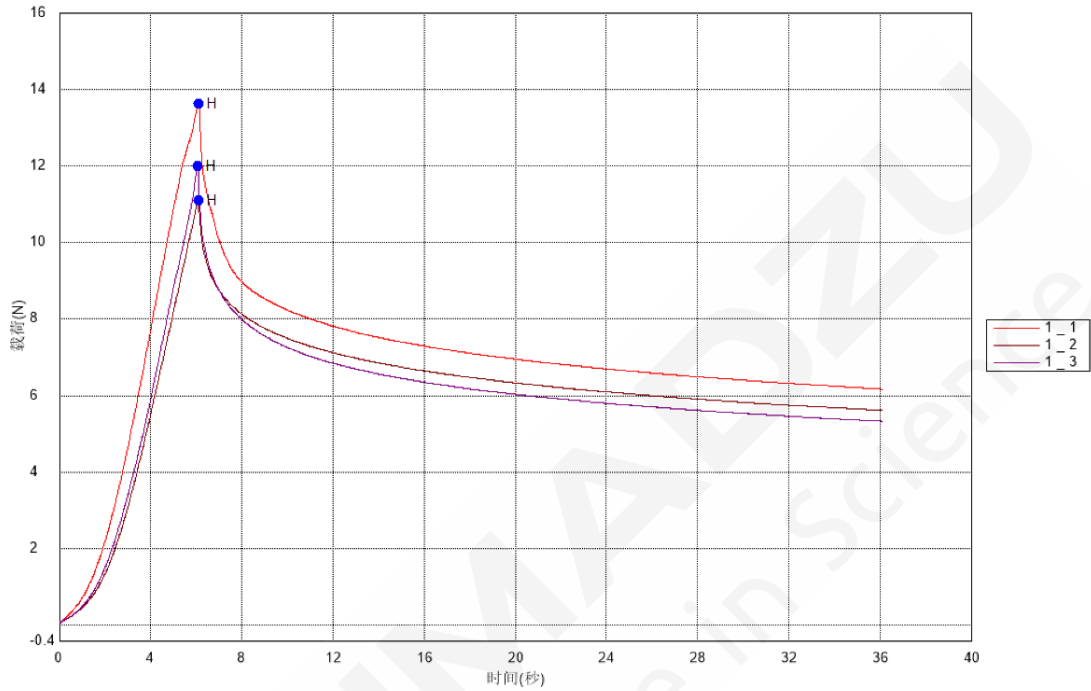


图 2. 试验结果图像

上图 2 为软件为该测试生成的曲线图。试验在行程达到保持 30 秒，30s 后力值缓缓达到稳定，此时的力值与硬度值的百分比定义为弹性，数值越大弹性越好。根据此法计算获得的试验数据表 1 可示。

表 1. 试验结果数据

| 样本  | 硬度 H (N) | 保持 30s 后力值 (N) | 弹性%     |
|-----|----------|----------------|---------|
| 1_1 | 13.6301  | 6.17202        | 45.2823 |
| 1_2 | 11.0978  | 5.61976        | 50.6385 |
| 1_3 | 12.0037  | 5.33096        | 44.4110 |
| 平均值 | 12.2439  | 5.70758        | 46.7773 |
| 标准差 | 1.28312  | 3.37219        | 0.42735 |

#### 4. 结论

本试验方法也可以测试其它非固态食品的弹性，岛津的 EZ 系列质构仪适合在检测食品各项质构数据，测试精度高且能保持试验结果拥有良好的重复性，对于食品开发，品质管理，出货检验等方面能提供专业的数值参考。



### 3. 奶酪和果冻的咬碎和剪切测试

**摘要：**食品质构是以硬度、脆性、粘结强度、粘结性、弹性、凝聚性、粘附性等作为代表值计算。下面介绍了以 EZ-test 岛津台式试验机（质构仪）为例，对奶酪和果冻进行咀嚼试验和剪切试验，并给出不同的食品质构参数。

**关键词：**质构仪 食品质构

决定食物美味的因素有五官：视觉、味觉、嗅觉、触觉和听觉，以及饥饿和饱腹等生理因素、心理因素和饮食习惯。人们普遍认为，身体因素对感觉因素的影响很大。现如今，将食品质构进行数字量化是食品科学一项重要项目。其食品质构分别以硬度、脆性、粘结强度、粘结性、弹性、凝聚性、粘附性等作为代表。本试验中，我们使用岛津公司EZ-Test系列质构仪探究奶酪与果冻此类半固体食品的咀嚼物性与剪切强度。

#### 1. 实验部分

##### 1.1 仪器

EZ-SX 球形探头 剪切夹具

##### 1.2 试验条件

样品名称：奶酪、果冻

试验速度：50mm/min

样品数量：3

试验行程：6mm

试验温度：20 °C

传感器容量：20N

试验类型：压缩试验/剪切试验

试验探头：3mm 柱塞式压缩探头/剪切夹具

#### 2. 试验介绍

图 1 为岛津公司 EZ-test 质构仪测试果冻的咀嚼性，本试验使用 3mm 直径的压缩夹具，以 50mm/min 的速度向下分别压入奶酪与果冻 6mm 的行程距离，之后返回后在以相同速度二次压入。图 2 为岛津公司 EZ-Test 质构仪测试果冻的剪切强度，使用配置的剪切夹具模拟牙齿进行剪切试验。



图 1. 压缩试验过程图



2. 剪切试验过程

### 3. 试验结果

对两个样品的在相同环境温度湿度进行了多次试验。表 3（左图）显示奶酪样品 A 加载力-行程曲线。图 3（右图）显示了果冻样品 B 的加载力-行程曲线。

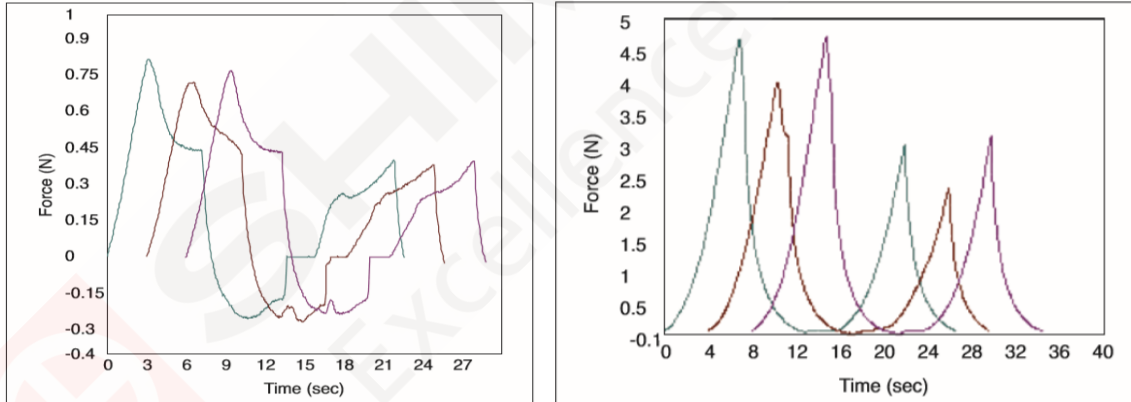


图 3. 压缩试验测试结果（左图为奶酪，右图为果冻）

根据图 3 图像与实验数据,可以得到两种产品的各类食品品质构值,表 1 表示不同质构参数。其中包含硬度、粘结强度、粘结性、弹性、凝聚性、粘附性等。

表 1 试验数据

| 样品 | 硬度   | 粘附力   | 粘附性      | 压头直径 | 凝聚性     | 弹性    | 胶粘性     | 咀嚼性     |
|----|------|-------|----------|------|---------|-------|---------|---------|
| 单位 | (N)  | (N)   | (J)      | (mm) |         |       |         |         |
| A  | 0.77 | -0.25 | -0.00095 | 2.84 | 132.789 | 2.147 | 102.315 | 220.447 |
| B  | 4.48 | -0.04 | -0.0001  | 5.58 | 203.358 | 1.085 | 916.504 | 988.558 |

表 1 中 A 代表的是奶酪样品，B 代表果冻样品。由表格所给的数据可以看出。两种半固态食品的质构参数有着很大的差异。

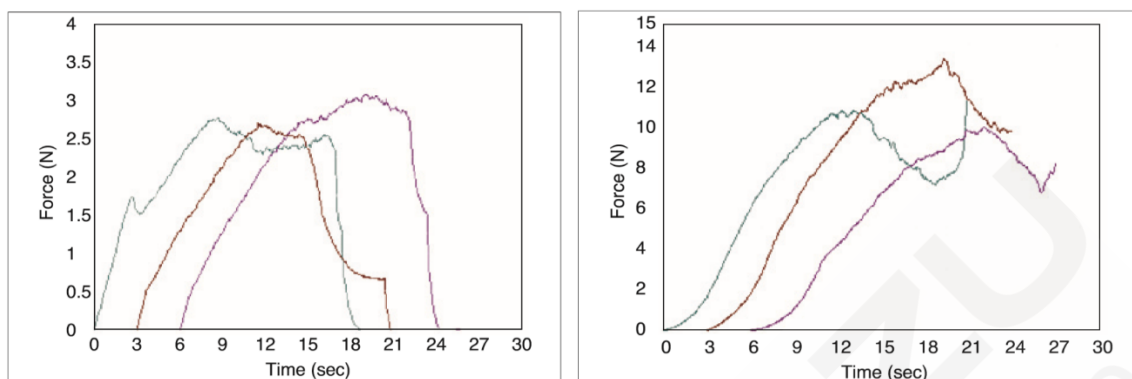


图 4. 剪切试验测试结果（左图为奶酪，右图为果冻）

图 4 中表示使用剪切夹具对试样 A, B 进行剪切试验测得的力-时间曲线。通过曲线也可以看出样品 A (奶酪) 的剪切强度小于 B 样品 (果冻)。从口感分析上来讲，剪切硬度大，其入口咀嚼的口感更加爽脆，富有嚼劲。

#### 4. 结论

EZ-Test 岛津台式万能试验机 (质构仪) 可用于食品质构相关的特性测定，通过添加各种用于压缩、剪切等目的的试验夹具 (变化范围大) 以及质构软件的功能，可以方便地进行大范围的食品质构测量。

## 4. 薯片口感测试

**摘要：**食品的力学性能，如强度和硬度的评定，正被广泛应用于食品质地的数值比较和控制。本文介绍了使用 EZ-SX 质构仪对薯片进行顶破试验的例子，以评价其质地与口感。

**关键词：**质构仪 食品质构

薯片制作方法是把马铃薯去皮后切为薄片，然后炸或烤至脆口并加以调味即可，薯片已成为很多国家零食市场重要一部份。对于薯片来说，为了保证同批次生产出的口感统一，质地酥脆可口，对其质构口感的把控十分重要。本试验选用两种不同品牌的薯片分别进行多组的顶破试验并取其平均值。通过数据对比，对两种薯片松脆感的差异进行评价。为其商品开发，品质管理，出货检验等方面提供数值参考。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 顶破试验夹具

#### 1.2 试验条件

样品名称：A 厂与 B 厂薯片

试验类型：向下压缩试验

样品数量：2 批 10 组

试验速度：1mm/sec

试验温度：室温

传感器容量：50N

### 2. 试验介绍

在圆筒套上，配置薯片状的样品，再使用球形压缩探头从圆管的中心往下压进行贯通试验，使样品断裂，并测量此过程试验力，行程，时间。通过曲线可评估薯片破碎时的试验力、能量的评价、到贯通为止最大的试验力等。图 1 为试验过程的图片。

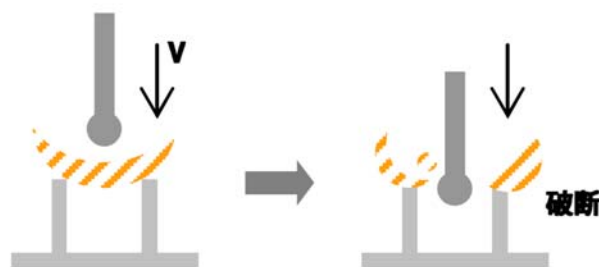


图 1. 顶破夹具与其原理

### 3. 试验结果

本试验中对 A、B 两个厂家的分别进行了 10 个样品试验，并测定了平均值。其试验图像结果如下图 2 所示。有图像可以看出 A 厂家生产的薯片最大断裂力普遍大于 B 厂家，即 A 厂薯片较 B 厂而言偏硬，口感较脆。在通过对比表 1 中试验数据可得：对于各个的压缩试验数据虽然有所浮动，但是以平均值比较的话 A 厂家的薯片破坏时的最大试验力约为 B 厂家的薯片 1.5 倍。由此可见破坏力 A 公司的薯片硬度更高，更具有酥脆感。

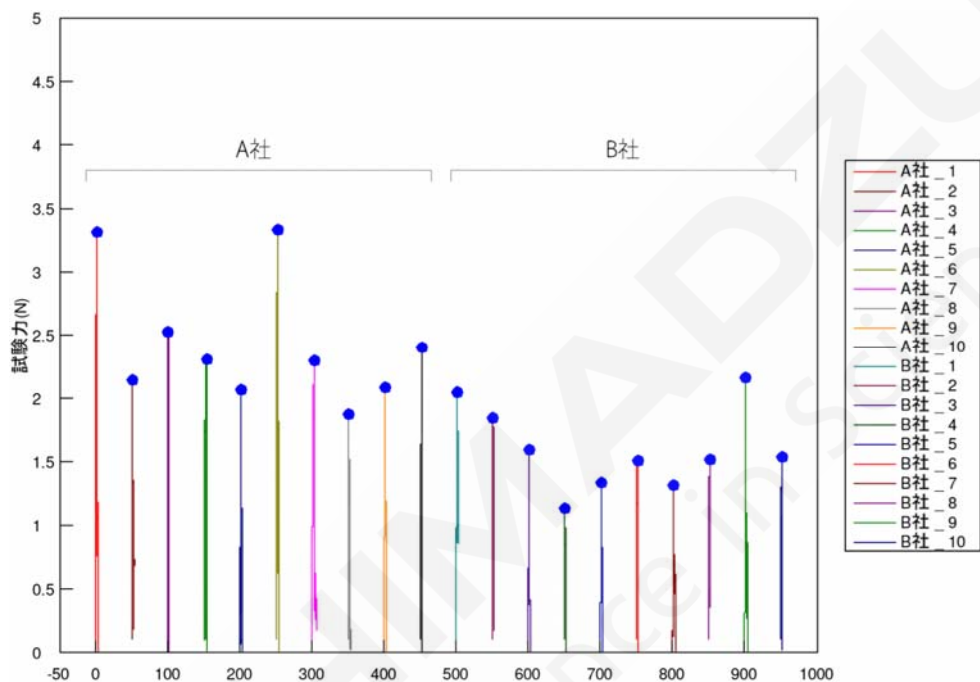


图 2. 试验结果图像

表 1. 试验结果数据

| 样本   | 最大试验力 (N) | 样本   | 最大试验力 (N) |
|------|-----------|------|-----------|
| A-1  | 3.3       | B-1  | 2.0       |
| A-2  | 2.1       | B-2  | 1.8       |
| A-3  | 2.5       | B-3  | 1.6       |
| A-4  | 2.3       | B-4  | 1.1       |
| A-5  | 2.1       | B-5  | 1.3       |
| A-6  | 3.3       | B-6  | 1.5       |
| A-7  | 2.3       | B-7  | 1.3       |
| A-8  | 1.9       | B-8  | 1.5       |
| A-9  | 2.1       | B-9  | 2.2       |
| A-10 | 2.4       | B-10 | 1.5       |
| 平均值  | 2.4       | 平均值  | 1.6       |

#### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪适合在检测食品各项质构数据，测试精度高且能保持试验结果拥有良好的重复性，对于食品开发，品质管理，出货检验等方面能提供专业的数值参考。



## 5. 软糖的全质构评价

**摘要：**‘Texture Profile Analysis ’ (TPA)，中文称为全质构试验，作为一种食品质构试验的方法，正被广泛应用于食品质地的数字化的测试。本文介绍了使用 EZ-SX 质构仪，对一种软糖进行质构测试的例子，以评价其质地与口感。

**关键词：**质构仪 食品质构

软糖作为一种常见的零食，深受大众喜爱。能将口感数值化的质构仪，为保证生产出的软糖质构口感保持稳定，同时辅助新产品的开发，十分重要。

本试验我们选用小熊状的水果糖进行试验。这种糖果大约有2厘米长，形状像熊，是众多软糖中的一种，以各种尺寸和颜色出售。通过使用质构仪进行全质构试验，对此类糖果进行全质构评价，获取其质构数据。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 3mm 球形探头

#### 1.2 试验条件

样品名称：小熊状软糖

试验速度：50mm/min

样品数量：3 组

传感器容量：50N

试验温度：室温

试验行程：4mm

试验类型：向下压缩试验

### 2. 试验介绍

本试验使用 EZ-SX 岛津电子万能试验机（质构仪），搭配 3mm 球形探头。



图 1. 实验过程与软糖外观图

试验开始时，将探头移动至被测软糖上方，以 50mm/min 的速度缓缓压入 4mm，到达 4mm 行程后返回，重复第一次压入过程。图 1 是试验过程。

### 3. 试验结果

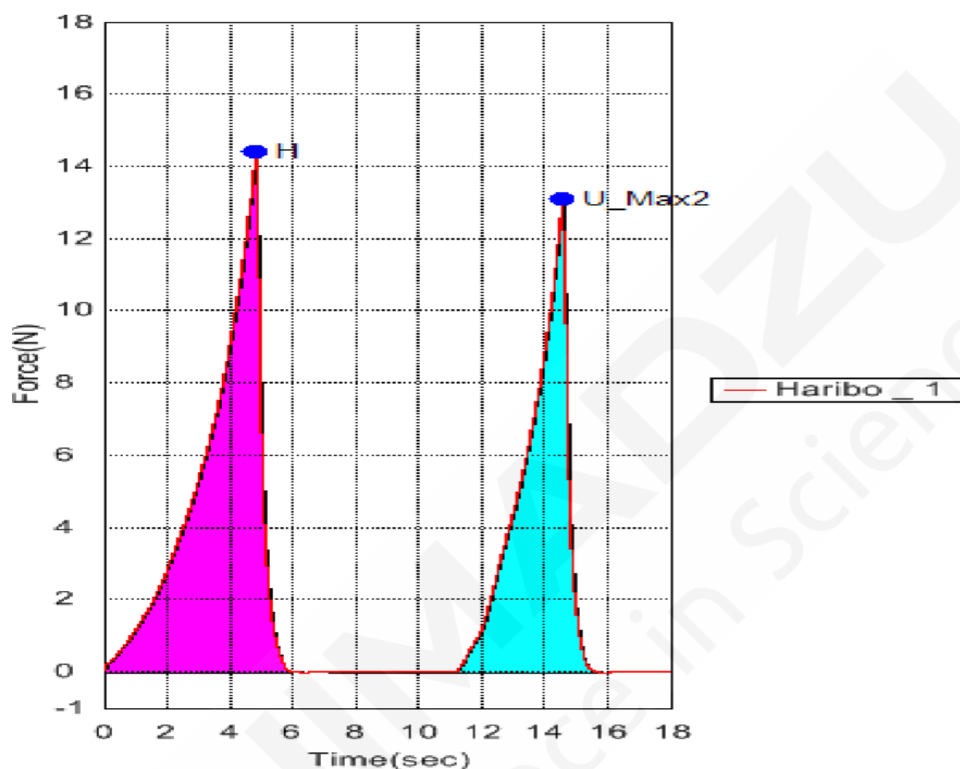


图 2. 试验结果图像

上图 2 为该软件生成的典型试验曲线。表示为二次咀嚼试验，其粘性，弹性和咀嚼性等质构性质可以在两个咀嚼周期内测试得到。在第一周期中记录最大峰值力，如粉红色显示。在第二个循环中，用浅绿色标记，并可使用此数据测量样品的弹性、粘性和咀嚼性。其结果为表 1 所示。

表 1. 试验结果数据

| 样本       | 硬度 H (N) | 粘性      | 弹性      | 胶粘性     | 咀嚼性     |
|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Haribo_1 | 14.4215  | 0.69679 | 0.46579 | 10.0487 | 4.68058 |
| Haribo_2 | 13.9674  | 0.66611 | 0.38777 | 9.30376 | 3.60768 |
| Haribo_3 | 19.0419  | 0.66887 | 0.35492 | 12.7365 | 4.52050 |
| 平均值      | 15.8103  | 0.67726 | 0.40283 | 10.6963 | 4.26959 |
| 标准差      | 2.80787  | 0.01697 | 0.05695 | 1.80568 | 0.57879 |

### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪，适合检测食品各项质构数据，测试精度高，且试验结果拥有良好的重复性，对于食品开发，品质管理，出货检验等方面，能提供专业的数值参考。

## 6. 多刀剪切夹具早餐谷物评价

**摘要：**使用一个专门的 Kramer 多刀剪切夹具来测量早餐谷物的硬度。谷物的整体硬度和脆度可以根据试验力曲线的初始斜率和由于单个谷物碎片破碎而导致的曲线的碎裂度来评估。

**关键词：**质构仪 食品质构

当被评估物具有不均匀形状、不均匀内部特征或包含各种物质混合物的样品时，很难从结果图中解释其含义并获得可重复的数据。这是由于单个样品的测试位置和特性对数据的影响造成的。为了减少这种影响，使用多个剪切刀口进行压缩剪切试验。通过使用多刀夹具，得到多个刀片的总试验力，从而获得可重复的数据。

下面介绍使用一个专门的Kramer多刀剪切夹具来测量早餐谷物的硬度。谷物的整体硬度和脆度可以根据试验力曲线的初始斜率和由于单个谷物碎片破碎而导致的曲线的碎裂度来评估。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX Kramer 多刀剪切夹具

#### 1.2 试验条件

样品名称：玉米片

试验类型：向下压缩试验

样品数量：3 组

试验速度：50mm/min

试验温度：室温

试验行程：45mm

### 2. 试验介绍

本试验使用 EZ-SX 岛津电子万能试验机（质构仪），搭配 Kramer 多刀剪切夹具。试验开始时，将探头移动至被测物体上方，以 50mm/min 的速度缓缓压入直达底部，到达底部行程后返回。图 1 是试验过程与其试验示意图。Kramer 剪切单元是一个专用夹具，有五个或十个刀片，用于压缩、剪切和挤压试验。通过叶片下面的狭缝挤压样品。容器两侧的凹槽引导刀片，以确保样品垂直剪切。刀片可以从容器中拆卸，以便在测试后进行清洁

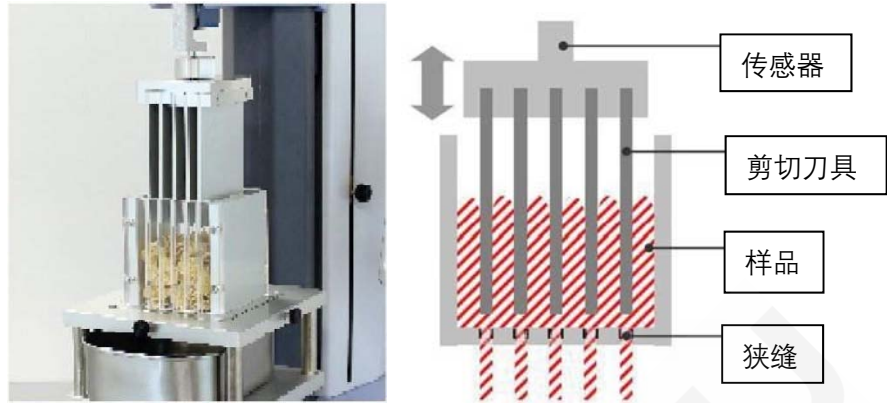


图 1. 实验过程与示意图

### 3. 试验结果

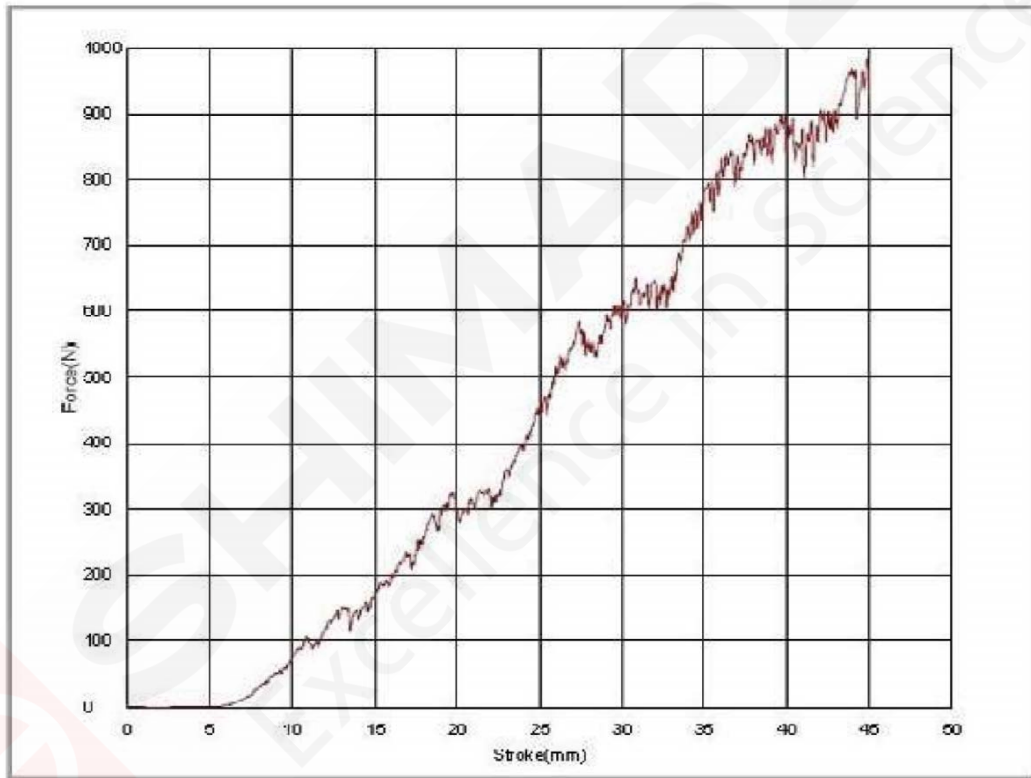


图 2. 试验结果图像

上图 2 为软件为该测试生成的曲线图。通过试验图像可以对此类玉米片的多刀试验下剪切力进行测试。可以对不同样品的剪切性质进行比对。

### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪，针对不同的试验样品有不同的试验夹具，本试验中的 Kramer 多刀剪切夹具可以对谷物的整体硬度和脆度进行测试。

## 7. 多探针刺穿夹具对果酱质构评价

**摘要：**通过用多个探针刺穿果酱样品来进行试验，此过程测量的是所有探头共同施加的总试验力，而不是单个探头施加的力。因此，它产生的数据具有更高的可重复性与稳定性，满足果酱口感质构的测试评价要求。

**关键词：**质构仪 食品质构

当评估具有不均匀形状、不均匀内部特征或包含各种物质混合物的样品时，很难从结果图中解释其含义并获得可重复的数据。这是由于单个样品的测试位置和特性对数据的影响造成的。为了减少这种影响，多个探针刺穿果酱样品来进行试验，此过程测量的是所有探头共同施加的总试验力，而不是单个探头施加的力。因此，它产生的数据具有更高的重复性。下面介绍使用一个多探针刺穿夹具来测量果酱的质构曲线。并对其食品质构进行评价。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 多探头穿刺夹具

#### 1.2 试验条件

样品名称：果酱

试验速度：60mm/min

样品数量：1 组

传感器容量：500N

试验温度：室温

试验行程：12mm

试验类型：向下压缩试验

### 2. 试验介绍

本试验使用 EZ-SX 岛津电子万能试验机（质构仪），搭配多探头穿刺夹具。试验开始时，将探头移动至被测果酱上方，以 60mm/min 的速度缓缓压入直达底部，到达底部行程后按原速度返回。图 1 是试验过程与其试验示意图。多穿孔夹具由九根直径为 3 mm 的不锈钢棒组成，用于通过穿孔/渗透测试样品。它可用于测试果酱和水果片，冰激凌和饼干片，或其他不同硬度或稠度的食物，或测试多个重叠叶子的蔬菜的硬度。该夹具最大限度地减小了测量误差，实现了样品的平均评价。

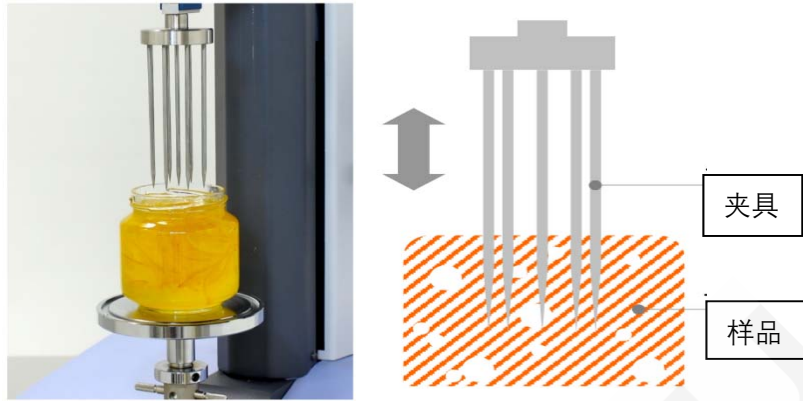


图 1. 实验过程与示意图

### 3. 试验结果

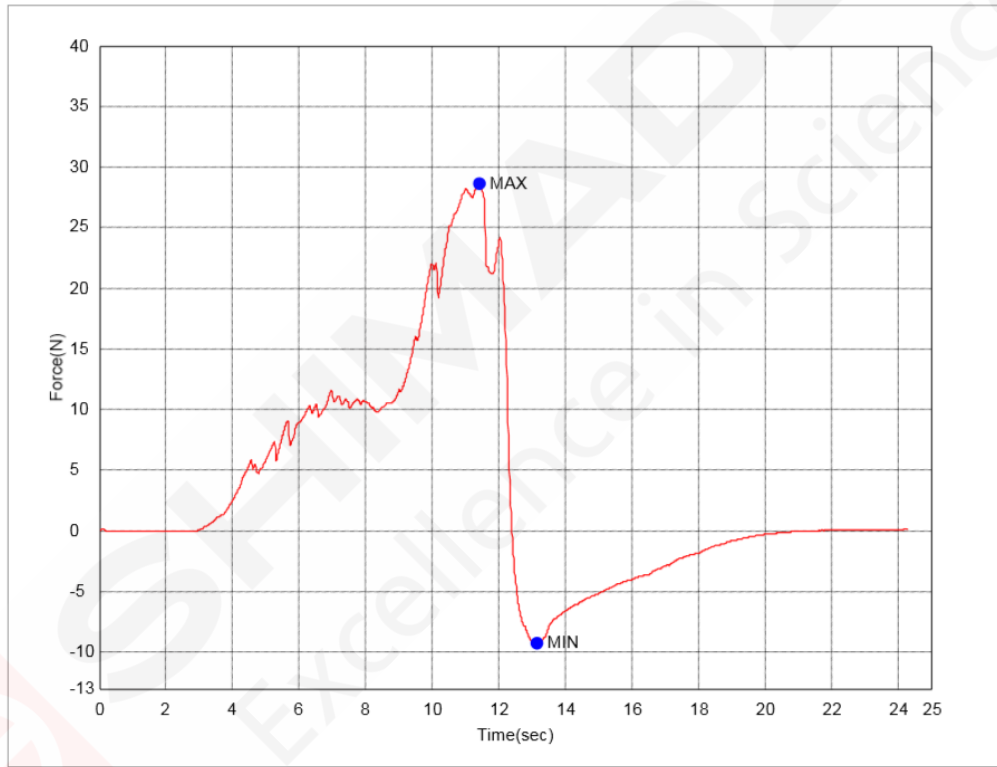


图 2. 试验结果图像

上图 2 为软件为该测试生成的曲线图。通过试验图像可以对果酱，果蔬这类样品进行穿刺测试以获取其平均值。

### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪，针对不同的试验样品有不同的试验夹具，本试验中的多探头穿刺夹具可以对果酱的整体硬度和粘度进行测试。

## 8. 渗透法评价半固体的结构强度

**摘要：**对于半固态型，例如软膏、乳液类的药品来讲，评价其结构强度与粘稠度等物性特征有助于了解各类药物产品的性能与质量稳定性。本试验使用 EZ-SX 质构仪，配合预先准备的圆锥形试验夹具，使用恒速测量法测试得到该类药物的渗透深度。

**关键词：**质构仪 半固态药品

美国药典USP 915和USP 1912中对半固态材料结构强度或稠度的进行了特性描述，并说明了研究此类特性有助于了解各种药物产品的性能和质量稳定性。通过评估结构强度，可以比较评估半固态材料之间的特性。过去，对药品结构强度的评价大多是通过感官评价进行的。然而，近年来，为了确保具有适当粘度的产品的稳定供应，对药品物性进行定量评价的必要性已经显现出来，但直到现在，还没有一种官方认可的方法对药品行业的结构强度进行定量评价。通过USP 915和USP 1912提供的药品特性相关的测量方法，希望能够对药品粘弹性进行定量评估的技术将获得官方认可，并获得稳定的产品供应和更准确的产品对比评估方法。美国药典915规定了四种药品评价方法，本文介绍了其中一种恒速测量法作为贯入测量的一种评价方法。由于试验是通过圆锥试验夹具的贯入深度来测量圆锥贯入度，因此试验分析员可以通过简单、易于理解的方法来评估数据。本文使用EZ-SX质构仪，采用渗透法对医用护手霜和牙膏进行测试，结果表明该方法可以有效对此类半固态药品进行定量评估。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 岛津稠度锥形试验探头（详见图 1）

#### 1.2 样品尺寸与分析条件

样品名称：医用护手霜、牙膏

试验速度：1mm/s；10mm/s

样品数量：2 批 2 组

传感器容量：50N

试验温度：25 °C

### 2. 试验介绍

#### 2.1 试验装置



图 1. 质构仪 EZ-SX

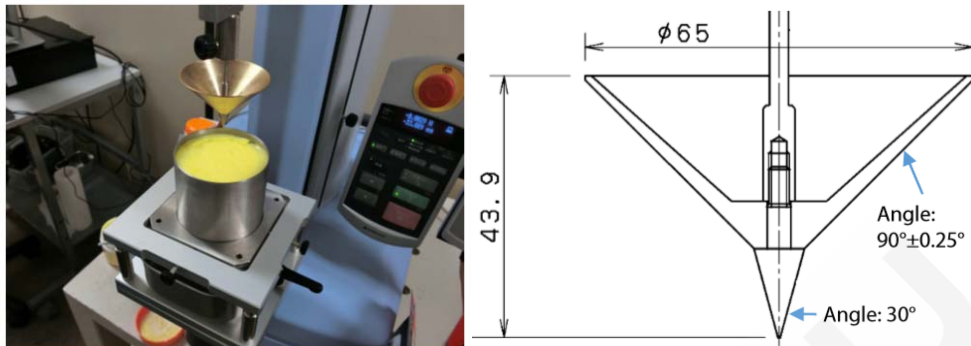


图 2. 试验探头与其示意图

本试验使用的岛津公司出产的 EZ 质构仪系列的 EZ-SX，其传感器容量可在 1N-500N 之间选择，最大试验行程 500mm，试验速度范围可在 0.001-1000mm/min 之间选择。配合使用专属软件可以简单快捷地实现试验的控制与试验结果的获取，适用于食品质构，医药品包装等评价试验。

## 2.2 试验过程介绍

所述的试验是根据 USP 915 和 USP 1912 提供方法 II（以恒定速度穿透锥形试验夹具）进行的。在制备样品时，注意防止气泡进入容器，并调整条件，以便在引入容器后获得平坦的样品表面。试验室的室温设定为 25°C，试验前让试样静置一段时间，使用的穿透试样的锥形试验夹具的温度与室温相同。方法 II 中允许的试验速度范围为 1 至 20 mm/s，由于某些试样在这些状态下的流变特性取决于应变速率，因此在本试验中，试样在 1mm/s 和 10mm/s 两种试验速度下进行评估。

## 3. 试验结果

表 1 为实验数据，图 3 和图 4 分别显示了医用护手霜和牙膏的试验力与渗透深度之间的关系。图 3 显示了在医用护手霜的测试中，渗透深度没有随测试速度的变化而变化，两种速度的曲线重叠。而对于牙膏，测试速度条件当测试速度设置为低值时，渗透深度增加。这一结果与护手霜相反，此试验牙膏被归类为假塑性液体。

表格 1. 试验数据

| 样品    | 测试速度 (mm/s) | 渗透深度 (dmm) |
|-------|-------------|------------|
| 医用护手霜 | 1           | 290.6      |
|       | 10          | 293.5      |
| 牙膏    | 1           | 334.6      |
|       | 10          | 320.0      |

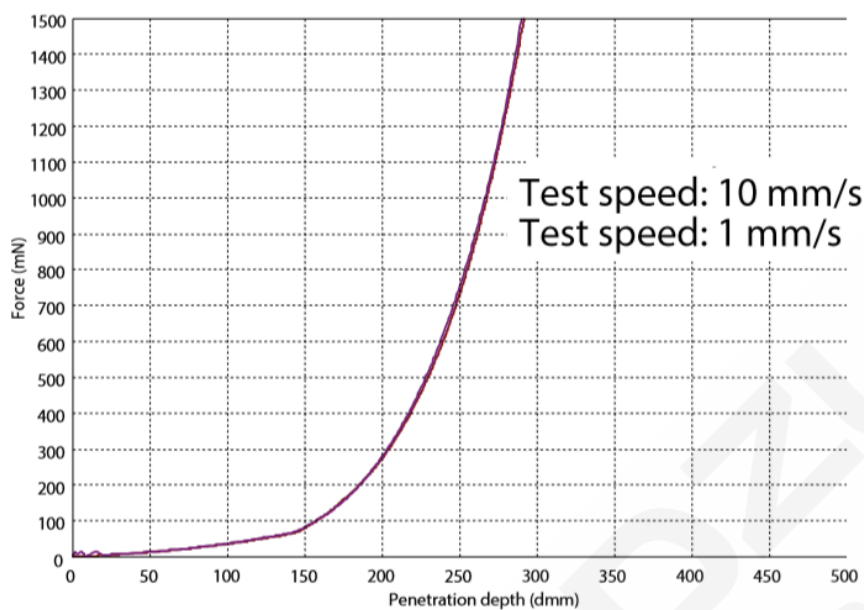


图 3. 加载力与渗透深度曲线 (护手霜)

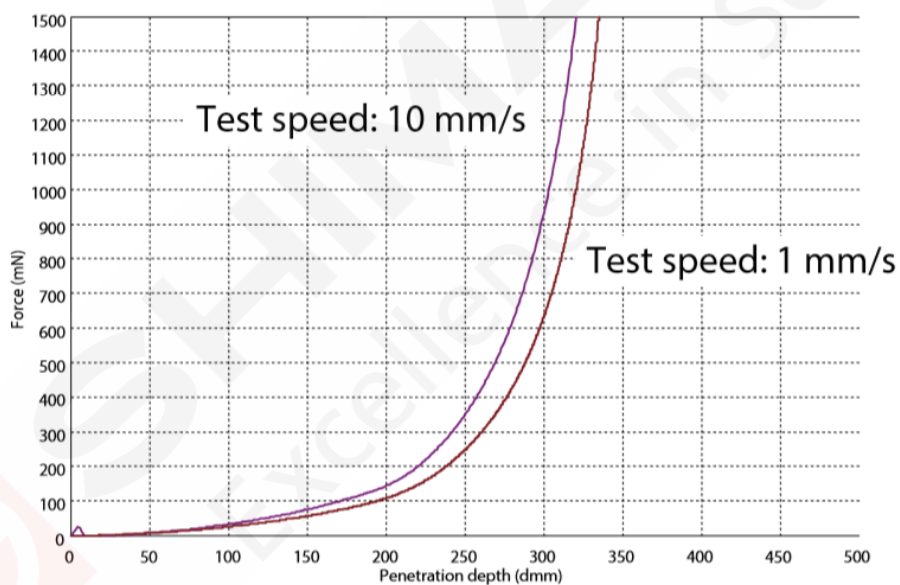


图 4. 加载力与渗透深度曲线 (牙膏)

#### 4. 结论

结果表明, 利用岛津公司 EZ 系列质构仪来评价半固态材料结构强度的试验是可行的。通过设立不同对照组还可以发现加载试验速度对试验结果的不同, 据此可对不同物质的物性归类做出划分。

## 9. 吞咽困难患者食品评价

**摘要：** 吞咽困难者食物一般为较容易吞咽的流状物食品，主要原因是可以防止肺部吸入与窒息。本文通过使用岛津公司质构仪 EZ-SX，基于日本 Food Labeling Notification No. 277 给出的食品硬度、附着力、集聚性等项目进行评价。结果表明岛津公司的质构仪 EZ-SX 满足各类试验项目的测试需求。

**关键词：** 食品质构 易吞咽食品

吞咽困难者的食物一般为容易吞咽的流状物食品，其主要目的是防止肺部吸入和窒息。近年来，由于人口老龄化导致的吞咽困难人数有所增加，因此对这些商品的需求也有所增加。如何在生产开发过程中，把控食品的物性特征，成为了一项重要的课题。

对于这类易吞咽食品，其最重要的几个物性特征为硬度、附着力、粘聚性。对于这类特征的试验，一般采用质构仪测试其加载力、位移与时间的关系，并从关系曲线中获取重要数据信息进行分析。

岛津质构仪具有极高精度保证与极广的精度保证范围。试验速度控制精确，采集频率最高 0.1ms，可测量硬度，脆度等难以采集的数据。测量结果可靠易分析。本试验采用专门测试流状物食品探头测试样品的硬度、附着力与粘聚性，结果准确，对于评价该类食品质构有重要意义。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 护理食品评价探头

#### 1.2 样品尺寸与分析条件

样品名称: Nikujaga (土豆炖肉)、奶油浓汤、

试验温度: 20 °C

玉米浓汤

试验速度: 10mm/s

样品数量: 2

传感器容量: 50N

### 2. 试验介绍

#### 2.1 试验装置



图 1. 质构仪与试验探头

## 2.2 试验过程介绍

图 1 示出了用于评估吞咽困难患者食物试验仪器质构仪与其配套相对应的试验探头。样品用于填充直径 40 mm 至高度 15 mm 的容器。然后使用直径为 20 mm、高度为 8 mm 的树脂柱塞以 10 mm/s 的压缩速度和 5 mm 的间隙进行两次压缩测量。实验的示意图如图 2 所示。

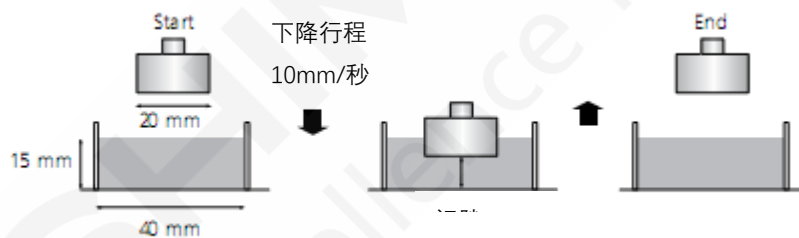


图 2. 试验过程示意图

## 3. 试验结果

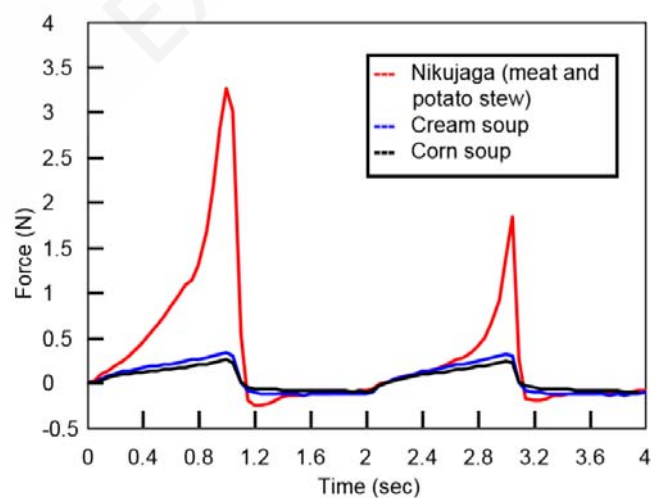


图 3. 试验结果曲线

测试结果绘制出图 3 载荷-时间曲线图，通过计算可得到以下数据，如表 1 所示。

表 1 试验结果数据

| 样品       | 硬度(N/m <sup>2</sup> ) | 附着力(J/m <sup>3</sup> ) | 粘聚性  |
|----------|-----------------------|------------------------|------|
| Nikujaga | $1.04 \times 10^4$    | $0.246 \times 10^3$    | 0.21 |
| 奶油浓汤     | $1.07 \times 10^3$    | $0.206 \times 10^3$    | 0.78 |
| 玉米浓汤     | $0.81 \times 10^3$    | $0.129 \times 10^3$    | 0.78 |

试验结果对比发现，Nikujaga 坚实度（硬度）远大于另外两种浓汤，两种浓汤的各项物性差距较小，结合试验所得的曲线分析。容易分析出两种食品的各项性质参数，有利与产品的开发与检测。

#### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪在检测食品各项质构数据例如坚实度、附着力、粘聚性等性质时具有出色表现。

## 10. 保健食品的质构分析

**摘要：**本试验使用岛津质构仪 EZ-Test 对市面上销售的保健食品进行了测定，并通过所获得的硬度，粘附性和粘结性等数据对食品按照特定标准进行分类。

**关键词：**质构分析 保健食品

加工成柔软易吃的保健食品正在稳步推进，其形状、颜色和味道几乎与普通食品无异，只是质地变软，仅用牙龈和舌头就能压碎。这些市面上出售的产品对那些可能没有足够的咀嚼和饮水能力的老年人和口腔内伤患者是一大福音，帮助这些弱势群体更好地享受品尝和进食的乐趣。同时，根据日本的健康促进法，日本消费者事务署有权对‘供应吞咽困难人士食用的食品’，受管制的特殊用途食品的适宜性进行审查，并根据这些审查，允许售卖此类食品。在这里，我们对市售保健食品，检查食物是否适合困难患者吞咽，进行试验。然后，我们根据获得的硬度、粘附性和粘结性数据，按照特定标准对食品进行分类。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

EZ-SX 20mm 柱塞探头

#### 1.2 试验条件

样品名称：保健食品

试验类型：向下压缩试验

样品数量：3 组

试验速度：10mm/min

试验温度：20°C

传感器容量：5N

### 2. 试验介绍

测量设置的概述如图 1 所示。样品直径为 40 mm，将样品装入 20 mm 高的样品容器中，高度为 15 mm。使用的塑料柱塞直径 20 mm，高度为 8 mm，以 10 mm/s 的速度进行两次压缩试验，间隙为 5 mm。使用 20°C 的样品温度进行试验。

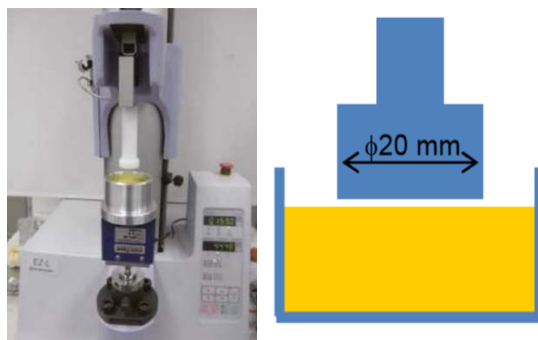


图 1. 实验过程与示意图

试验结束后，通过所得的曲线判断并计算其硬度，粘附性与粘结性。通过表 1 中对各个数据的分类评价。I 类为同质食品，包括果冻食品；II 类为均质，例如果冻与光滑食品；III 类为非均质食品，例如易结块的，或米粥、软糊状凝胶状食品。

表格 2. 评价分类标准

| 标准                        | I 类                               | II 类                              | III 类                           |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 硬度 ((N/m <sup>2</sup> ))  | $2.5 \times 10^3 - 1 \times 10^4$ | $1 \times 10^3 - 1.5 \times 10^4$ | $3 \times 10^2 - 2 \times 10^4$ |
| 粘附性 ((J/m <sup>3</sup> )) | $4 \times 10^2$ or less           | $1 \times 10^3$ or less           | $1.5 \times 10^3$ or less       |
| 粘结性                       | 0.2 - 0.6                         | 0.2 - 0.9                         | -                               |

### 3. 试验结果

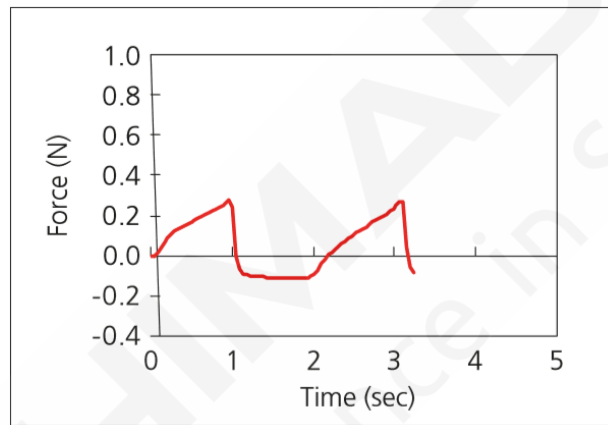


图 2. 试验结果图像

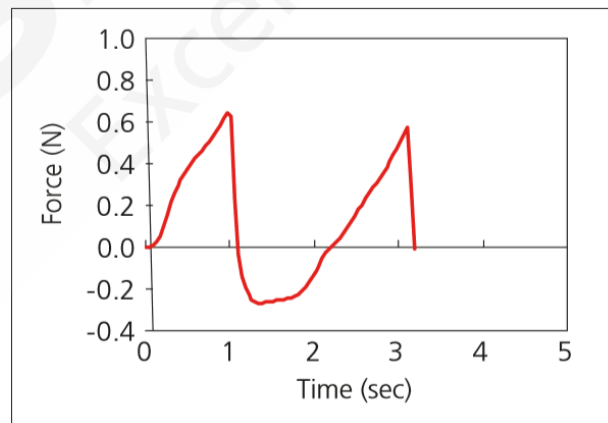


图 3. 试验结果图像

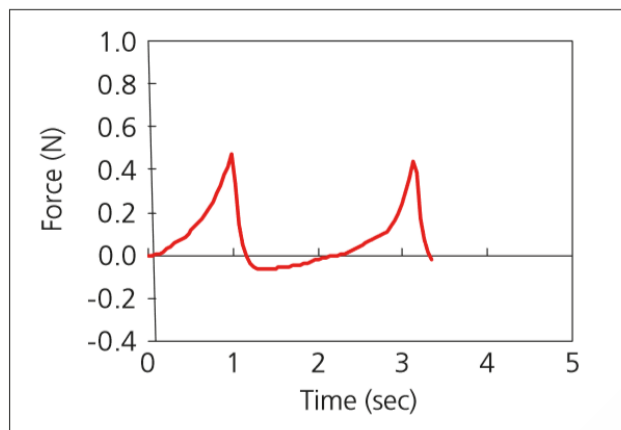


图 4. 试验结果图像

表格 3. 试验数据

| 标准   | 硬度 ((N/m <sup>2</sup> )) | 粘附性 ((J/m <sup>3</sup> )) | 粘结性  |
|------|--------------------------|---------------------------|------|
| 食品 A | $0.84 \times 10^3$       | $0.19 \times 10^3$        | 0.82 |
| 食品 B | $1.97 \times 10^3$       | $0.41 \times 10^3$        | 0.76 |
| 食品 C | $1.88 \times 10^3$       | $0.08 \times 10^3$        | 0.52 |

图 2 至图 4 为测试生成的载荷与时间的曲线图。表 2 为其结果数据。其中对于食品 A，其硬度处于 III 类，粘附性与粘结性为 II 类。对于 B 与 C，硬度为 II 类，其他两项均判别为 III 类。

#### 4. 结论

岛津的 EZ 系列质构仪，针对不同的试验样品有不同的试验夹具，本试验中的使用二次压缩的方式对保健食品进行测试并作出其等级评价。岛津公司质构仪对于食品开发，品质管理，出货检验等方面能提供专业、准确的数据。

## 11. 毛细管流变仪在食品的应用

**摘要：**本试验使用岛津 CFT-EX 毛细管流变仪，用恒速加热法测试了三种不同糕点糊的粘度和软化流动性。其中两种糕点糊使用手工捣制，另一种用机器生产捣制。

**关键词：**食品 粘度 软化流动性

岛津CFT型流动测试仪是热塑/热固性材料流变性能测试仪器。毛细管流变仪通过模塞挤压模腔内加温的样品，使样品挤出。从模塞的移动速度求出流速，从而计算出样品流动性和粘度等相关数据。通常用于测试高聚物材料的流动性数据-粘度和软化，或确定其成型工艺条件。现也正在扩展到在食品测试领域的应用。以下试验是CFT在食品领域的应用扩展，通过测试市场上三种不同类型的年糕的流动试验，对三种年糕的品质进行评估。

### 1. 实验部分

#### 1.1 仪器

CFT-EX

#### 1.2 试验条件

样品名称：年糕

挤出压力：10 kgf/cm<sup>2</sup>

样品数量：3 组

升温速度：2°C /min

初始试验温度：40°C（预热 180 秒）

模具尺寸：直径 1mm；长度 1mm

### 2. 试验介绍

本试验采用升温法对被测物年糕进行测试，分别测试出其软化过程曲线。试验设定 40°C 的初始温度，再 2°C /min 的升温速度条件下对挤出流速进行测试。



图 1. CFT 毛细管流变仪

试验样品分为三组：A 组为手工捣制的年糕，水分较多；B 组同样为手工捣制，水分较少；C 组为机器捣制。分别对三组被测物进行测试。

### 3. 试验结果

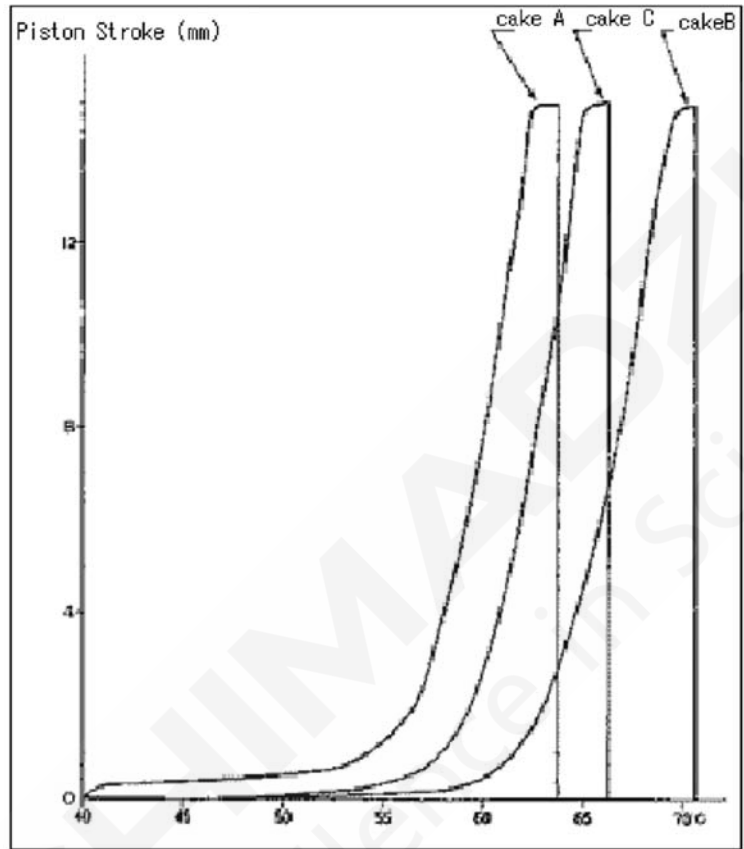


图 2. 试验结果图像

上图 2 为软件生成的测试曲线图。对于不同种类年糕，其软化程度随着温度升高的变化程度是不相同的。为了达到相同的软化程度，样品 A 需要的外部温度条件较低，其次是样品 C，最后是样品 B。通过该曲线图与其数据，可以获得食品最佳酷比或者是最佳食用的温度等。对于食品的品质控制与生产工艺研发有巨大意义。

### 4. 结论

岛津的 CFT 毛细管流变仪通常用于测试高聚物材料的流动性数据-粘度和软化。其测试方法有恒温法与升温法。本试验通过升温法测试不同种类年糕的粘度-软化关系，说明岛津 CFT 流变仪可以扩展到食品测试领域。



本公司三条工厂获得 ISO 认证

JQA-0376

## ⊕ 岛津企业管理（中国）有限公司 / 岛津（香港）有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

### 北京

北京市朝阳区朝外大街 16 号中国人寿大厦 14F  
邮政编码：100020  
电话：(010) 8525-2310/2312  
传真：(010) 8525-2326/2329

### 上海

上海市徐汇区宜州路180号华鑫慧享城B2栋  
邮政编码：200233  
电话：(021) 3419-3888  
传真：(021) 3419-3666

### 沈阳

辽宁省沈阳市青年大街167号北方国际传媒中心11F  
邮政编码：110016  
电话：(024) 2325-5577  
传真：(024) 2383-6378

### 四川

成都市锦江区创意产业商务区三色路38号博瑞创意成都B座12层  
邮政编码：610015  
电话：(028) 8619-8421/8422  
传真：(028) 8619-8420

### 武汉

湖北省武汉市武昌区临江大道96号武汉万达中心31层3112室  
邮政编码：430060  
电话：(027) 59080488  
传真：(027) 59080470

### 广州

广州市天河区高唐路230号广电智慧大厦4-5楼  
邮政编码：510656  
电话：(020) 37183888  
传真：(020) 37183804

### 西安

陕西省西安市锦业一路56号研祥城市广场A座501  
邮政编码：710000  
电话：(029) 6273-7878  
传真：(029) 6273-7879

### 乌鲁木齐

乌鲁木齐市中山路339号中泉广场14层H座  
邮政编码：830000  
电话：(0991) 230-6271/6272  
传真：(0991) 230-6273

### 昆明

昆明市青年路 432 号天恒大酒店 908 室  
邮政编码：650021  
电话：(0871) 315-2987  
传真：(0871) 315-2991

### 南京

南京市鼓楼区汉中路2号金陵饭店亚太商务楼27层B单元  
邮政编码：210005  
电话：(025) 8689-0258  
传真：(025) 8689-0237

### 重庆

重庆市渝中区青年路 38 号重庆国贸中心 1702 室  
邮政编码：400010  
电话：(023) 6380-6057/6058  
传真：(023) 6380-6551

### 深圳

深圳市福田区天安数码城天展大厦1楼P2.6-1C  
邮政编码：518042  
电话：(0755) 8340-2852  
传真：(0755) 8389-3100

### 河南

郑州市中原路220号裕达国际贸易中心A座20层2011室  
邮政编码：450007  
电话：(0371) 8663-2981  
传真：(0371) 8663-2982

### 香港

Suite 1028, Ocean Centre, Harbour City,  
Tsim Sha tsui, Kowloon, Hong-Kong  
电话：(00852) 2375-4979  
传真：(00852) 2199-7438

用户服务热线电话：800-8100439  
400-6500439

本产品样本所宣传的内容，以本版本为准  
样本中的试验数据除注明外为本公司的试验数据

日本总公司工厂已通过ISO质量·环境管理体系的认证

注：此样本所有信息仅供参考，如有变动恕不另行通知