



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115097085 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202210826211.5

审查员 张婷

(22) 申请日 2022.07.14

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115097085 A

(43) 申请公布日 2022.09.23

(73) 专利权人 西北农林科技大学

地址 712100 陕西省咸阳市杨凌示范区邠
城路3号

(72) 发明人 杨惠娟 张波 苏秋方 杨亚州
赵政阳

(74) 专利代理机构 西安铭泽知识产权代理事务
所(普通合伙) 61223

专利代理师 崔瑞迎

(51) Int. Cl.

G01N 33/02 (2006.01)

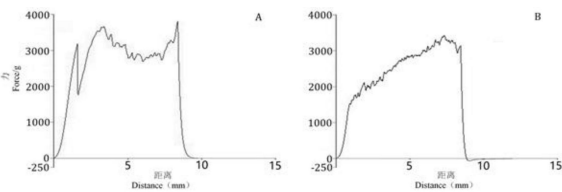
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种苹果果实脆度分级方法

(57) 摘要

本发明属于食品技术领域,具体涉及一种苹果果实脆度分级方法,包括以下步骤:准备苹果鲜果,取样品,备用;样品使用质构仪试验探头进行压缩试验;参数设置为压前、压中、压后速度均为0.5-1.5mm/s,压缩程度40-80%,触发力10N;测试质构仪所能测试的指标,并从中选择与苹果感官脆度相关性好的指标作为最终的评价指标,制定苹果果实脆度分级标准。本发明利用质构仪对苹果果实脆度进行量化分级,较传统的感官评价方法更为便捷、客观、准确,从而可以尽可能避免感官检测产生的主观性影响,可用于苹果果实脆度育种、果品分级等领域。



1. 一种苹果果实脆度分级方法,其特征在于,包括以下步骤:

准备苹果鲜果,取样品,备用;所述样品形状为直径1 cm、高1 cm的圆柱体;

样品使用质构仪试验探头进行压缩试验:参数设置为压前、压中、压后速度均为1.0 mm/s,压缩程度80%,触发力10 N;

质构仪测试表征苹果脆度的指标,并从中选择与苹果感官脆度相关性好的指标作为最终的评价指标,制定苹果果实脆度分级标准;

质构仪测试表征苹果脆度的指标包括Fracturability、N. Peaks、Distance1、Young's module、Drop slope、Drop Off;

其中,Fracturability定义为样品在第一次压缩过程中的第一个峰值,单位是g;

N. Peaks定义为样品在第一次压缩过程中产生的破裂峰总数;

Distance1定义为样品在第一次压缩过程中,发生生物屈服点时所变形的位移,单位是mm;

Young's module定义为样品在第一次压缩过程中,第一个峰值与其对应的位移间的比值,单位是g/mm;

Drop slope定义为样品在第一次压缩过程中,发生生物屈服点后下降峰的斜率;

Drop Off定义为样品在第一次压缩过程中,所有下降峰值的均值,单位是g;

将N. Peaks作为苹果果实脆度分级的最终的评价指标;

苹果果实脆度分级标准如下:

2级,不脆,对应的N. Peaks数值为28.56-32.02;

4级,低脆,对应的N. Peaks数值为40.73-42.30;

6级,中脆,对应的N. Peaks数值为46.40-47.90;

8级,高脆,对应的N. Peaks数值为53.88-58.70。

一种苹果果实脆度分级方法

技术领域

[0001] 本发明属于食品技术领域,具体涉及一种苹果果实脆度分级方法。

背景技术

[0002] 苹果,属蔷薇科苹果亚科苹果属落叶乔木果树。我国苹果栽培历史悠久、种植面积广泛。2020年全国苹果栽培面积191.18万 hm^2 ,产量4050.10万t,全球占比均近一半。果实质地包括硬度和脆度,因其能表示果实的内部组织结构和口感而成为品质评价的重要指标,决定消费者的选择和果品的市场竞争力。果实硬度反映果实的坚实度,而果实脆度不能简单等同于硬度,它是人在咀嚼果肉的过程中产生的力和声行为的触听综合感知。

[0003] 果实脆度的评价方法主要分为感官评价和仪器评价。感官评价主要是根据经过培训的评审员对果实进行品尝时的综合感觉,随后进行评价和打分,方法虽具有简便、不受时间地点的限制、不需要复杂仪器的优点,但结果易受评审员主观意识、专业程度的影响,数据的可靠性和真实性难以保证且耗时耗力。目前,苹果分级标准中多采用这种方法进行果实脆度评价。仪器评价主要使用仪器进行果实脆度的定量评价,因其快速、准确及省时省力等特点越来越受到广大科研工作者的青睐。然而,仪器评价过于机械,常与感官评价出现偏差,同时,缺乏对苹果果实脆度进行分级标准的制定。

[0004] 在现有技术中,力学测试和声学测试是最常用的评价果实脆度的方法,主要是利用质构仪进行压缩和穿刺测试。测定前将果实划分为果实顶部、果实阳面、果实阴面、果实肩部4个部位;压缩测试下首先在果实各部分取圆柱体果肉试样,然后使用大于果肉试样的探头进行垂直压缩至预设程度;穿刺测试为削去预测部位的果皮,将测试探针垂直对准测试部位,施加压力,直到探头至规定部位;通过记录试样在压缩或穿刺过程中的力学参数及声学参数来表征果实脆度。

[0005] 然而,上述现有测试方法中力学测试对苹果果实脆度的测定结果受果实硬度影响较大,两者呈现较高的相关性,这与苹果果实质地特性存在偏差,因为果实硬度大的苹果品种,其果实脆度不一定大。声学测试对测试设备、环境要求较高,影响测定精度,同时缺乏苹果果实脆度的分级标准,这些不足之处将极大的限制苹果育种过程中杂交后代品质鉴定及果实采后品质分级。因此,需要开发一种精确度高的苹果过熟脆度分级方法。

发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种苹果果实脆度分级方法。

[0007] 本发明的目的是提供一种苹果果实脆度分级方法,包括以下步骤:

[0008] 准备苹果鲜果,取样品,备用;

[0009] 样品使用质构仪试验探头P50进行压缩试验:参数设置为压前、压中、压后速度均为0.5-1.5mm/s,压缩程度40-80%,触发力10N;

[0010] 质构仪测试表征苹果脆度的指标,并从中选择与苹果感官脆度相关性好的指标作为最终的评价指标,制定苹果果实脆度分级标准。

[0011] 优选的,上述苹果果实脆度分级方法,所述样品形状为直径1cm、高1cm的圆柱体。

[0012] 优选的,上述苹果果实脆度分级方法,压前、压中、压后速度均为1.0mm/s,压缩程度80%,触发力10N。

[0013] 优选的,上述苹果果实脆度分级方法,质构仪测试表征苹果脆度的指标包括Fracturability、N.Peaks、Distance1、Young's module、Drop slope、Drop Off,各指标具体含义参见表1。

[0014] 表1 TPA测试指标的定义及其语义描述

	TPA 参数	定义	语义描述
[0015]	硬度 (Hardness)	样品在第一次压缩过程中最大的峰值, 用 F3 (g) 来表示	反映样品对变形抵抗的性质
	脆度 1 (Fracturability)	样品在第一次压缩过程中的第一个峰值, 用 F1 (g) 来表示	反映样品的生物屈服点, 表征在此点果肉细胞结构开始遭到破坏
	脆度 2 (N. Peaks)	样品在第一次压缩过程中产生的破裂峰总数	可表征样品脆度
[0016]	脆度 3 (Distance1)	样品在第一次压缩过程中, 发生生物屈服点时所变形的位移, 用 distance1 (mm) 来表示	可表征样品脆度
	脆度 4 (Young's module)	样品在第一次压缩过程中, 第一个峰值与其对应的位移间的比值, 用 F1/distance1 (g/mm) 来表示	可表征样品脆度
	脆度 5 (Drop slope)	样品在第一次压缩过程中, 发生生物屈服点后下降峰的斜率, 用 (F2-F1)/(distance2-distance1) (g/mm) 来表示	可表征样品脆度
	脆度 6 (Drop off)	样品在第一次压缩过程中, 所有下降峰值的均值 (g)	可表征样品脆度

[0017] 优选的,上述苹果果实脆度分级方法,将N.Peaks作为苹果果实脆度分级的最终的评价指标。

[0018] 优选的,上述苹果果实脆度分级方法,苹果果实脆度分级标准如下:

[0019] 2级,不脆,对应的N.Peaks数值为28.56-32.02;

[0020] 4级,低脆,对应的N.Peaks数值为40.73-42.30;

[0021] 6级,中脆,对应的N.Peaks数值为46.40-47.90;

[0022] 8级,高脆,对应的N.Peaks数值为53.88-58.70。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0024] 本发明在基于质构仪对苹果果实脆度的测定方法进行优化的前提下,对不同苹果品种的果实脆度进行分级,为苹果品种果实特性描述提供了准确的数据支撑,极大提高了果实品质特性的可靠性和重复性,且可推广到普通大众消费者、田间生产作业及应用于苹果杂交育种中果实脆度的测定与分级。为苹果育种过程中杂交后代品质鉴定及果实采后品质分级提供数据支撑。

附图说明

[0025] 图1为不同压缩速度和压缩变形量下果实TPA质地指标的变化;

[0026] 其中,浅灰色为40%,中灰色为60%,深灰色为80%;

[0027] 图2为压缩过程中峰数差异示意图;

[0028] 其中,A,2级脆度果实在压缩过程中的质构图谱;B,8级脆度果实在压缩过程中的质构图谱。

具体实施方式

[0029] 为了使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案能予以实施,下面结合具体实施例和附图对本发明作进一步说明。

[0030] 在本发明的描述中,如未特殊说明,所用试剂均为市售,所用方法均为本领域常规技术。

[0031] 实施例1苹果果实质地的TPA(TA.XT2i型质构仪(Stable Micro System,英国))测试参数优化

[0032] 测试方法:准备苹果鲜果备用;使用取样器切取直径1cm、高1cm的圆柱体样品;使用TPA试验探头P50进行压缩试验;参数设置为压前、压中、压后速度均为0.5mm/s、或者均为1.0mm/s、或者均为1.5mm/s,压缩程度40%、60%、80%,触发力10N。利用质构仪软件统计压缩过程压力-形变图谱中能够得到的6项果实质地相关指标,分别为硬度(Hardness)、脆度1(Fracturability)、弹性(Springness)、内聚性(Cohesiveness)、咀嚼性(Chewiness)、回复性(Resilience)。各指标具体含义参见表2。

[0033] 表2 TPA测试指标的定义及其语义描述

	TPA 参数	定义	语义描述
[0034]	弹性 Springness	样品第一次压缩后恢复的高度和第一次压缩的变形高度间的比值,用 $\text{distance4}/\text{distance3}$ 来表示	反映经过第一次压缩变形,样品受到彻底挤压,在一段时间内变形后再恢复的能力
	内聚性 Cohesiveness	样品第二次压缩过程和第一次压缩过程所用功的比值,用 $\text{Area3}/(\text{Area1}+\text{Area2})$ 来表示	反映样品经过第一次压缩变形后所表现出的对第二次压缩的相对抵抗能力
	咀嚼性 Chewness	用 $F3 \times \text{内聚性} \times \text{弹性}$ 来表示	反映样品对咀嚼的持续抵抗能力
	回复性 Resilience	样品在第一次压缩过程中,最大峰值前与最大峰值后所做功的比值,用 $\text{Area2}/\text{Area1}$ 来表示	反映样品以弹性变形保存的能量和受到挤压后快速恢复变形的能力
	脆度 1 Fracturability	样品在第一次压缩过程中的第一个峰值,用 $F1(g)$ 来表示	反映样品的生物屈服点,表征在此点果肉细胞结构开始遭到破坏
[0035]	硬度 Hardness	样品在第一次压缩过程中最大的峰值,用 $F3(g)$ 来表示	反映样品对变形抵抗的性质

[0036] 为了分析压缩速度和压缩变形量对苹果果实质地的影响,对其进行方差分析,结果显示,压缩变形量对硬度、弹性、内聚性、咀嚼性和回复性均有极显著影响,对脆度1的影响不显著;压缩速度除对内聚性和咀嚼性有显著影响外,对其它果实质地指标均无显著性影响(表3)。

[0037] 表3压缩速度和压缩变形量对果实TPA质地指标的影响

	F 值 F value					
	硬度 Hardness	脆度 1 Fracturability	弹性 Springness	内聚性 Cohesiveness	咀嚼性 Chewiness	回复性 Resilience
[0038]	压缩速度 Compress speed	2.572	0.202	2.094	4.043*	4.781*
	压缩变形量 Compress deformation	103.316**	0.005	11.328**	400.959**	67.359**
					556.581**	2.752

[0039] 注:*和**分别代表在0.05和0.01水平差异显著。

[0040] 图1为不同压缩速度和压缩变形量下果实TPA质地指标的变化,不同压缩速度和变形量下果实TPA各质地指标的变化表明,硬度值随着压缩变形量的增加而升高,而在各压缩速度下无显著差异;脆度1值在不同压缩速度和压缩变形量下均无差异;弹性、内聚性和回复性三个质地指标都是随着压缩变形量的增加而降低;当压缩变形量为40%时,果实咀嚼性最高,且在各压缩速度间无差异,在60%压缩变形量下,果实咀嚼性最低。咀嚼性和内聚性受压缩变形量和压缩速度两个因素的影响显著,当压缩变形量为60%和80%时,果实内聚性和咀嚼性均在压缩速度为1mm/s下,其值最低(图1),这可能是由于咀嚼性值为硬度值、弹性值和内聚性值的乘积所导致。综合考虑压缩速度和压缩变形量对果实质地指标的影响,确定压缩速度1mm/s,压缩变形量80%为苹果果实质地TPA测试参数。

[0041] 实施例2苹果果实脆度测定方法的建立

[0042] 选用质构仪进行压缩实验对苹果果实脆度进行测定,测定方法为:准备苹果鲜果备用;使用取样器切取直径1cm、高1cm的圆柱体样品;使用TPA试验探头P50进行压缩试验;参数设置为压前、压中、压后速度均为1.0mm/s,压缩程度80%,触发力10N。利用仪器自带软件(Exponent)统计压缩过程压力-形变图谱中的各项指标,各项指标含义如表1。

[0043] 利用SPSS软件分析果实脆度1与硬度的相关性发现两者具有极显著正相关性($R=0.91$),然而苹果果实真实的脆度与硬度并不全都呈现这种相关性,表明TPA测定结果脆度1不能够准确反映苹果果实脆度,须进一步对TPA测试指标进行深度挖掘。通过对可表征脆度、新挖掘到的指标(脆度2~6)和脆度1、硬度的相关性分析发现,果实硬度除与脆度2、脆度3无显著相关性外,与其它质地指标均表现出极显著的相关性,与脆度1、脆度4、脆度6的相关系数分别高达0.905、0.828、0.832,说明硬度对这几个脆度指标影响较大;脆度4、脆度5两个指标与硬度表现出类似的相关性模式,其中脆度4和脆度1相关系数为0.844;脆度1仅与脆度2无显著相关性,脆度6仅与脆度3无显著相关性,与其它质地指标均存在显著的相关性,脆度1和脆度6的相关性较好,相关系数为0.865;而脆度2和脆度3两个指标较为特殊,脆度2仅与脆度6呈现显著的负相关性,脆度3仅与脆度1具有显著的负相关性,而与其它质地指标均无显著相关性,说明脆度2和脆度3这两个指标相对独立,受其它质地指标影响较小(表4)。

[0044] 果实硬度及几个脆度指标之间存在不同程度的相关性,预示着这些指标所反映的信息间存在一些重叠,可对其进行降维处理。对硬度及6个脆度指标的测定结果进行主成分分析,各主成分因子向量载荷系数及方差贡献率如表5所示,两个主成分的累积贡献率为76.619%,其中第1主成分的特征值为4.424,贡献率为55.305%,主要包括脆度2、脆度4、脆度5、脆度6,说明这四个指标在果实脆度评价中起最为关键的作用,同时这四个指标在质构图谱上的定义均于曲线的上下波动有关,计算较为复杂,反映苹果果肉在压缩过程中应力

与应变的综合作用。第2主成分的特征值为1.705,贡献率为21.314%,主要包括脆度1、脆度3和硬度,反映的是苹果果肉在压缩过程中应力或应变的单独作用,表明这几个指标对果实脆度评价有较为重要的贡献。

[0045] 表4果实脆度指标之间的相关关系

	脆度 1 Fracturability	脆度 2 N. Peaks	脆度 3 Distance1	脆度 4 Young's module	脆度 5 Drop slope	脆度 6 Drop Off	硬度 Hardness
脆度 1 Fracturability	1						
脆度 2 N. Peaks	-0.369	1					
脆度 3 Distance1	0.518*	-0.298	1				
脆度 4 Young's module	0.844*	-0.227	0.056	1			
脆度 5 Drop slope	0.589**	-0.088	0.227	0.536*	1		
脆度 6 Drop Off	0.865**	-0.536*	0.388	0.762**	0.630**	1	
硬度 Hardness	0.905**	-0.324	0.360	0.828**	0.508**	0.832**	1

[0047] 注:*和**分别代表在0.05和0.01水平(双侧)显著相关。

[0048] 表5各主成分因子向量载荷系数及方差贡献率

参数 Parameter	第 1 主成分 Principal component 1	第 2 主成分 Principle component 2
脆度 2 Num Peaks	-0.670	-0.164
脆度 1 Fracturability	0.619	0.739
脆度 3 Distance1	-0.378	0.821
脆度 4 Young's module	0.909	0.049
脆度 5 Drop slope	0.777	0.001
脆度 6 Drop Off	0.841	0.369
硬度 Hardness	0.598	0.709
特征值 eigenvalue	4.424	1.705
贡献率 contribution (%)	55.305	21.314
累计贡献率 cumulative contribution (%)	55.305	76.619

[0051] 选取第1主成分中贡献较大的四个指标脆度2、脆度4、脆度5、脆度6与感官评价的脆度进行相关性分析,发现脆度与脆度2呈现出极显著的正相关,相关系数为0.781,而与脆度4、脆度5、脆度6三个指标均显示显著的负相关性(表6)。鉴于脆度2指标反映的信息较为

全面且相对独立,受其它脆度指标影响较小;同时其在第1主成分中贡献较大,在果实脆度评价中起较为关键的作用;及其与苹果果实感官评价的脆度相关性较好,最终确定脆度2 (N.peaks)可作为苹果果实脆度评价的仪器测定指标。

[0052] 表6果实感官评价脆度与TPA测定脆度指标之间的相关关系

	脆度 Crispness	脆度 2 N. Peaks	脆度 6 Drop off	脆度 4 Young's module	脆度 5 Drop slope
脆度 Crispness	1				
脆度 2 N. Peaks	0.781**	1			
脆度 6 Drop off	-0.510**	-0.691**	1		
脆度 4 Young's module	-0.394**	-0.455**	0.697**	1	
脆度 5 Drop slope	-0.280**	-0.367**	0.670**	0.591**	1

[0054] 注:*和**分别代表在0.05和0.01水平(双侧)显著相关。

[0055] 实施例3苹果果实脆度的分级标准

[0056] 苹果果实脆度的感官评价与仪器测定指标N.Peaks之间的线性相关性表明,可通过N.Peaks指标的置信区间对果实脆度进行等级划分评价。由表7可知,随着脆度感官评价分值的增大,也就是果实感官脆度由不脆到极脆,脆度2值的整体变化趋势是逐渐增大。就平均值而言,苹果果实感官4级脆与2级脆的差值最大为11.23;6级脆与4级脆的差值最小为5.63;而8级脆与6级脆的差值居中为9.14。说明果实感官脆度随仪器测定指标脆度2的变化不是简单的线性关系。每一感官脆度级别所对应仪器测定指标脆度2的置信区间为2(不脆)为28.56~32.02,区间大小为3.46;4(低脆)为40.73~42.30,区间大小为1.67;6(中脆)为46.40~47.90,区间大小为1.50;8(高脆)为53.88~58.70,区间大小为4.82。发现4和6级脆度区间较窄,暗示着处于这几级的苹果果实脆度间差异较小、不易区分,而2和8级脆度区间较宽,说明仪器测定指标N.Peaks对不脆和极脆两侧极端果实感官脆度反应较为敏感,两者极易区分。同时各区间数值均无重叠,进一步表明指标N.Peaks可用于苹果果实感官脆度的评价和分级。图2为2和8级脆度果实在压缩过程中的质构图谱,可以较为直观的反映N.Peaks指标间的显著差异。

[0057] 表7不同类型的脆度分级

脆度感官分值 Sensory score of crispness	样本量 Sample size	均值 Mean	标准误差 Standard error of mean	95%置信区间	
				95% confidence interval for	
				mean	
				下限 Lower bound	上限 Upper bound
[0058]					
2 (不脆)	34	30.29	0.85	28.56	32.02
4 (低脆)	33	41.52	0.38	40.73	42.30
6 (中脆)	27	47.15	0.36	46.40	47.90
8 (高脆)	24	56.29	1.71	53.88	58.70

[0059] 需要说明的是,本发明中涉及数值范围时,应理解为每个数值范围的两个端点以及两个端点之间任何一个数值均可选用,由于采用的步骤方法与实施例相同,为了防止赘述,本发明描述了优选的实施例。尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0060] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

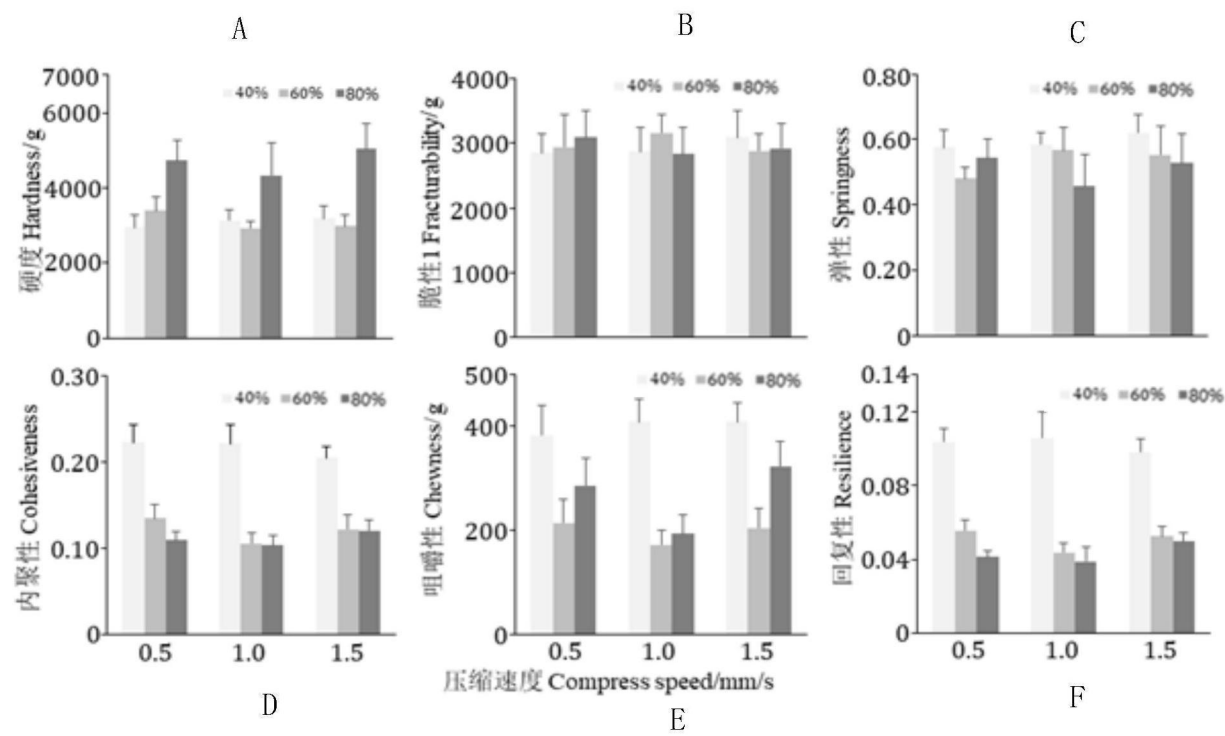


图1

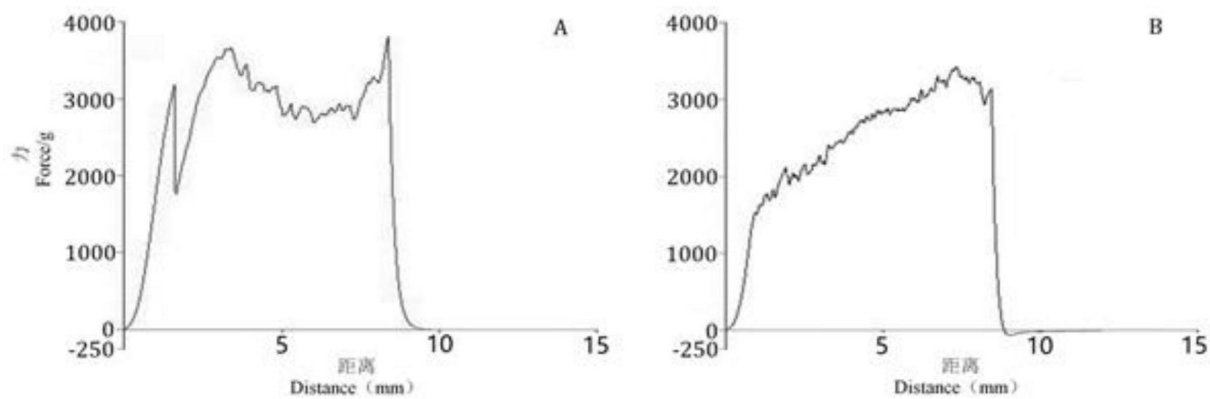


图2