

鲜榨苹果汁的理化特性和感官品质相关性

袁亚宏¹, 王周利¹, 李彩霞¹, 岳田利^{1,*}, 赵 镭²

(1. 西北农林科技大学食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国标准化研究院食品与农业标准化研究所, 北京 100088)

摘要: 以9种苹果鲜榨汁为材料, 通过理化指标测定和感官评价, 研究鲜榨苹果汁理化特性和感官品质之间的相关性。结果表明: 1)部分理化指标之间具有显著的相关性; 2)理化指标与感官特性之间存在显著的相关性: 苹果香与pH值、可滴定酸含量有显著的相关性; 清香与色值、总糖含量呈正相关; 涩味与可滴定酸含量、多酚含量、缓冲容量成正相关, 与pH值、糖酸比、固酸比呈现显著的负相关; 酸味与pH值、总糖含量、可滴定酸含量、缓冲容量、糖酸比、固酸比有相关性; 甜味与可溶性固形物含量(SSC)、可滴定酸含量、缓冲容量、固酸比有相关性; 3)通过回归分析建立的苹果汁滋味评价模型, 回归方程显著, 说明鲜榨苹果汁理化特性和感官品质具有很好的相关性, 可以实现理化指标对感官品质的预测分析。

关键词: 鲜榨苹果汁; 理化特性; 感官品质; 相关性

Correlations between Physico-chemical Characteristics and Sensory Quality of Fresh Apple Juice

YUAN Ya-hong¹, WANG Zhou-li¹, LI Cai-xia¹, YUE Tian-li^{1,*}, ZHAO Lei²

(1. College of Food Science and Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. Department of Food and Agriculture, China National Institute of Standardization, Beijing 100088, China)

Abstract: The aim of the present study was to explore the correlations between physico-chemical characteristics and sensory measures of fresh apple juice from 9 varieties. The results showed that: 1) there were significant correlations among partial physico-chemical characteristics of apple juice; 2) significant correlations were found between physicochemical characteristics and sensory measures of apple juice. The fruity aroma of apple juice was significantly correlated with its pH and titratable acidity. A positive correlation was observed between the faint scent and color value or total sugar content. The astringent taste had a positive correlation with the titratable acidity total phenol content or buffer capacity, but revealed a negative correlation with the pH, sugar/acid ratio or solid/acid ratio. The acidic taste was correlated with the pH, total sugar content, titratable acidity, buffer capacity, sugar/acid ratio or solid/acid ratio. Moreover, the sweet taste presented a correlation with soluble solid content (SSC), titratable acidity, buffer capacity or solid/acid ratio; 3)the developed regression model for taste evaluation of apple juice was significant, indicating that there are good correlations between physico-chemical characteristics and sensory measures of fresh apple juice. Thus physicochemical characteristics can be measures for predictive analysis of the sensory quality of fresh apple juice.

Key words: fresh apple juice; physico-chemical properties; sensory quality; correlation

中图分类号: TS255.44; TS255.36

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)19-0001-05

鲜榨苹果汁是以苹果为原料, 未经发酵和其他处理的具有苹果风味、清澈透明无任何沉淀物的纯果汁产品^[1]。与浓缩果汁相比, 鲜榨苹果汁处理工艺简单, 最大限度地保留了苹果中的营养成分, 果汁的香气成分损失少, 是

一种全天然的果汁饮料。我国是世界苹果生产大国, 苹果在我国水果中产量最大, 因此, 鲜榨苹果汁以其低廉的价格优势, 逐渐成为国内果汁消费的主导^[2]。但是, 因地理环境和气候条件等因素影响, 不同地域、不同品

收稿日期: 2011-08-09

基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目(2012BAK17B06; 2012BAD31B01); 国家自然科学基金项目(31071550; 31171721); 农业部“948”项目(2011-G8-3); 西北农林科技大学基本科研业务青年项目(QN2009073); 陕西省科技攻关计划项目(2011K17-05-01)

作者简介: 袁亚宏(1971—), 女, 副教授, 博士, 研究方向为食品工程高新技术。E-mail: yuan324@msn.com

*通信作者: 岳田利(1965—), 男, 教授, 博士, 研究方向为食品生物工程。E-mail: yuetl@nwsuaf.edu.cn

种苹果的鲜榨汁理化特性、感官特性、香气物质差异较大,且产品没有统一的指标,产品质量信息不完善,这在一定程度上制约了鲜榨苹果汁的消费。

近年来,对于苹果和苹果汁感官特性和理化指标的研究,主要集中在热处理方式^[3]、超滤和浓缩^[4]、反渗透^[5]、不同种类酶^[6]等加工方式和条件对香气物质种类和含量的影响,顶空固相微萃取结合GC-MS^[7-8]、HRGC-MS^[9]对果汁中挥发性成分的定性定量检测,以及高压处理、二氧化碳等不同处理条件对果汁中酚类物质、抗氧化物质等指标的影响。苹果汁感官特性作为一种重要的品质评价方式,包括色泽、香气、滋味等多方面信息,反映了人们对苹果汁的实际爱好程度,是对苹果汁品质的综合评判分析,其评价指标、各指标的权重,与消费者的喜好、测试仪器参数设定之间具有很好的相关性^[10-12],但类似的研究在苹果汁方面鲜有报道^[13]。另外,由于感官检验易受主观因素影响,尤其是对众多样品的分析,可靠性差。因此,本实验以易于定量检测的苹果汁理化指标为切入点,研究建立鲜榨苹果汁理化指标与感官品质之间的相互关系,旨在为通过理化特性预测苹果汁感官品质提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

鲜榨苹果汁的制备:富士、秦冠、澳洲青苹、嘎拉、乔纳金、黄元帅、红星、印度青、北斗9个品种的苹果,于各自成熟期采摘于陕西眉县、乾县、礼泉等果园,4℃贮藏。

鲜榨苹果汁制备工艺:苹果原料→清洗→破碎→榨汁、护色→纱布粗滤→杀菌→冷却→精滤→灌装

浓缩苹果汁购自陕西恒兴果汁饮料有限公司眉县分厂,使用时蒸馏水稀释到可溶性固形物含量为12%。

1.2 指标测定

1.2.1 苹果汁理化指标测定

可溶性固形物(soluble solids content, SSC)的测定:采用手持折光仪测定^[14];色值的测定:用1cm比色皿,以蒸馏水为参比,在440nm波长处测定其透光率; pH值的测定:采用pH计测定^[15];总糖的测定:采用斐林试剂法^[16];可滴定酸的测定:采用酸碱滴定法^[17];氨基态氮的测定:采用甲醛法^[18];缓冲容量的测定:准确移取50mL果汁样品,用0.1mol/L NaOH滴定,测定pH值,缓冲容量按100mL果汁变化1个pH单位所用NaOH的体积计算^[19];固酸比和糖酸比的测定:经计算得出;多酚含量的测定:采用Folin-Ciocalteu法,稍做改进^[20]。

每个理化指标测定3次,采用SPSS11.5软件进行数据处理。

1.2.2 苹果汁感官评价

1.2.2.1 评价员的选择和培训^[21]

根据评价员的筛选原则,填写调查表,从中选出符合要求的评价员;然后依据感官评价员培训导则和苹果汁特征,进行针对性的培训(包括基本培训和专业培训)。

1.2.2.2 苹果汁描述语的筛选

从文献中收集苹果汁的感官描述语,通过感官评价员对样品的感官特征描述,最终选取频率较高的描述词作为反映苹果汁感官的指标。本研究最后选定的描述词为:苹果香、甜香果香、清香、酒味、涩味、过熟煮熟、甜味、酸味。

1.2.2.3 苹果汁感官评定^[22]

向评价员提供制备好的苹果清汁,每个样品约50mL,样品评定之前在室温(20℃)条件下平衡15min。以浓缩还原汁样品为对照。感官评定过程采用随机完全分块设计,即每个评价员要品尝完所有的样品,且每个人收到的样品顺序完全随机。用定量描述分析法进行感官评定,样品的特性强度采用线性标度法量化,按照七点强度,即要求评价员在一条长7cm的线段上做出标记以表示感官特性的强度,线的最左端代表“弱”,最右端代表“强”,评分依次为-3、-2、-1、0、1、2、3。每个样品重复评定两次。

2 结果与分析

2.1 理化参数的测定及amp;相关性

由表1可知,9种鲜榨苹果汁及浓缩苹果汁中,色值、可溶性固形物(SSC)、pH值的变异系数小于8,说明不同品种苹果汁中这3个参数变化不大。缓冲容量、氨基态氮含量、总糖含量的变异系数在19.63%~28.85%;可滴定酸含量、多酚含量、糖酸比、固酸比的变异系数31.88%~43.18%,表明这些指标在不同品种果汁中差异较大。澳洲青苹中可滴定酸含量最高(0.6191g/100mL),浓缩苹果汁中可滴定酸含量最低(0.2495g/100mL),这可能是由于苹果汁浓缩过程中可滴定酸含量的流失造成的。多酚含量在红星苹果中含量最高(16.669mg/L),在浓缩苹果汁中含量最低(2.657mg/L),这可能是由于浓缩苹果汁加工中酚类物质发生氧化。

由表2可知, pH值与总糖含量($r=0.549$, $P\leq 0.05$)、糖酸比($r=0.879$, $P\leq 0.0001$)、固酸比($r=0.858$, $P\leq 0.001$)之间有显著或极显著的正相关,与可滴定酸含量($r=-0.88$, $P\leq 0.0001$)、缓冲容量($r=-0.823$, $P\leq 0.002$)有极显著的负相关;色值与多酚含量的相关系数为0.594($P\leq 0.035$);总糖含量和糖酸比之间存在极显著的相关性($r=0.743$, $P\leq 0.007$);可滴定酸含量与缓冲容量、糖酸比、固酸比的相关系数

表1 不同品种鲜榨苹果汁的主要理化指标
Table 1 Major physico-chemical parameters of fresh apple juice from different varieties

品种	色值/%	SSC/%	缓冲容量/ mL	pH	氨基态氮含量/ (mg/100mL)	总糖含量/ (g/100mL)	可滴定 酸含量/ (g/100mL)	多酚含量/ (mg/L)	糖酸比	固酸比
富士	86.374	11.83	28.675	4.09	13.152	14.833	0.3494	10.968	42.45	33.86
秦冠	88.514	11.60	22.868	4.02	14.002	17.454	0.2663	8.925	65.54	43.56
澳洲青苹	89.478	12.20	39.113	3.40	11.199	13.424	0.6191	11.470	21.68	19.71
嘎啦	89.083	12.63	21.954	3.85	9.423	11.476	0.2767	13.868	41.47	45.65
乔纳金	86.661	12.73	35.531	3.34	11.782	11.281	0.5221	14.230	21.61	24.38
黄元帅	88.863	11.50	32.855	3.44	13.414	10.311	0.5037	13.163	20.47	22.83
红星	80.414	13.13	24.034	3.82	22.297	11.806	0.3359	16.669	35.15	39.09
印度青	84.573	10.83	34.299	3.42	15.409	9.683	0.4998	14.244	19.37	21.67
北斗	90.383	11.77	27.520	3.55	10.448	10.874	0.3789	13.301	28.70	31.06
浓缩苹果汁	69.432	12.00	20.067	4.00	9.706	10.693	0.2495	2.657	42.86	48.10
平均值	85.378	12.02	28.692	3.69	13.083	12.184	0.4001	11.950	33.93	32.99
变异系数/%	7.41	5.62	22.67	7.92	28.85	19.63	31.88	32.58	43.18	32.33

表2 苹果汁理化参数相关系数
Table 2 Correlation coefficients among physicochemical parameters of apple juice

指标	色值	SSC	总糖含量	可滴定酸含量	多酚含量	缓冲 容量	氨基 态氮	糖酸比	固酸比
pH	-0.394	0.116	0.549*	-0.880**	-0.500	-0.823**	0.056	0.879**	0.858**
色值		-0.127	0.258	0.416	0.594*	0.467	-0.120	-0.168	-0.481
SSC			0.022	-0.153	0.249	-0.214	0.180	0.062	0.314
总糖含量				-0.276	-0.242	-0.178	0.062	0.743**	0.285
可滴定酸含量					0.406	0.983**	-0.002	-0.828**	-0.963**
多酚含量						0.394	0.492	-0.479	-0.466
缓冲容量							-0.025	-0.771**	-0.971**
氨基态氮含量								-0.005	-0.055
糖酸比									0.825**

注: **、相关性极显著 ($P < 0.01$); *、相关性显著 ($P < 0.05$)。下同。

分别为0.983($P \leq 0.0001$)、-0.828 ($P < 0.002$)、-0.963 ($P \leq 0.001$), 相关性极显著; 缓冲容量与糖酸比 ($r = -0.771$, $P \leq 0.005$)、固酸比($r = -0.971$, $P \leq 0.001$)及糖酸比与固酸比($r = 0.825$, $P \leq 0.002$)之间也有极显著的相关性。

2.2 理化参数与感官特性的关系

由表3可知, 不同品种苹果汁的感官特性差异很明显, 富士煮熟过熟味最弱; 秦冠清香最强, 酸味最弱; 澳洲青苹的苹果香、酒味、甜味最弱, 煮熟过熟味最重; 嘎啦苹果香、甜香果香、酒味最强; 乔纳金酸味最明显; 印度青甜香果香、清香最弱, 涩味最重; 浓缩苹果汁涩味最弱, 也最甜。

由表4可知, 苹果香与pH值($r = 0.616$, $P \leq 0.029$)、可滴定酸含量($r = -0.598$, $P \leq 0.034$)有显著的相关性; 清香与色值、总糖含量呈正相关, 相关系数分别为0.556($P \leq 0.048$)、0.574 ($P \leq 0.041$); 涩味与pH值 ($r = -0.900$, $P \leq 0.0001$)、糖酸比($r = -0.848$,

$P \leq 0.001$)、固酸比($r = -0.839$, $P \leq 0.001$)之间有极显著的负相关, 与可滴定酸含量($r = 0.871$, $P \leq 0.001$)、多酚含量($r = 0.630$, $P \leq 0.025$)、缓冲容量($r = 0.812$, $P \leq 0.002$)呈正相关性; 与酸味相关的理化参数有pH值($r = -0.906$, $P \leq 0.0001$)、总糖含量($r = -0.766$, $P \leq 0.005$)、可滴定酸含量($r = 0.670$, $P \leq 0.017$)、缓冲容量($r = 0.587$, $P \leq 0.037$)、糖酸比($r = -0.867$, $P \leq 0.001$)、固酸比($r = -0.620$, $P \leq 0.028$); 与甜味有相关性的是SSC、可滴定酸含量、缓冲容量、固酸比, 相关系数分别为0.559 ($P \leq 0.046$)、-0.711 ($P \leq 0.011$)、-0.792 ($P \leq 0.003$)和0.775 ($P \leq 0.004$)。

2.3 理化指标与感官品质的回归关系

由表4可知, 感官特性和理化参数之间存在显著的相关性。因此, 以苹果香、甜香果香、清香、涩味、酸味、甜味为应变量, 与之相关的理化参数作自变量, 用SPSS11.5进行回归分析, 建立感官特性理化指标之间的相关模型。

表3 不同品种鲜榨苹果汁感官性质
Table 3 Sensory attributes of fresh apple juice from different varieties

品种	苹果香	甜香果香	清香	酒味	涩味	煮熟过熟	酸味	甜味
富士	1.7143	1.0714	1.000	-0.1429	0.0714	-0.2143	-1.2143	-1.7143
秦冠	1.4286	1.3571	1.4286	-0.2143	0.0714	0.2146	-1.3571	-1.2857
澳洲青苹	-0.2143	0.2143	0.7857	-0.8571	1.2143	0.7857	1.000	-2.000
嘎啦	1.8571	1.7857	1.3571	0.5714	0.3571	0.6429	0.5714	-0.1429
乔纳金	0.5000	0.5714	0.7143	0.2143	1.0714	0.4286	2.2143	-1.0714
黄元帅	0.5714	0.5714	0.9286	0.2857	1.000	0.0714	1.2143	-1.6429
红星	0.7857	1.1429	1.2143	0	0.8571	0.5000	0.3571	-0.2143
印度青	0	-0.1429	-0.1429	-0.5714	1.3571	0.4286	1.2143	-1.7143
北斗	0.7143	0.7857	0.9286	-0.4286	0.5	0.2857	1.1429	-0.7143
浓缩苹果汁	0	0	0	0	0	0	0	0
平均值	0.7357	0.7357	0.8214	-0.1143	0.6500	0.3143	0.5143	-1.0500

表4 理化参数和感官特性相关系数
Table 4 Correlation coefficients between physicochemical parameters and sensory attributes

指标	苹果香	甜香果香	清香	酒味	涩味	煮熟过熟	酸味	甜味
pH	0.616*	0.502	0.304	0.253	-0.900**	-0.508	-0.906**	0.411
色值	0.350	0.397	0.556*	-0.108	0.296	0.315	0.169	-0.539
SSC	0.205	0.452	0.462	0.426	-0.054	0.387	0.136	0.559*
总糖含量	0.494	0.476	0.574*	-0.187	-0.489	-0.163	-0.766**	-0.273
可滴定酸含量	-0.598*	-0.545	-0.275	-0.438	0.871**	0.397	0.670*	-0.711*
多酚含量	0.164	0.292	0.344	0.083	0.630*	0.487	0.470	-0.158
缓冲容量	-0.511	-0.513	-0.263	-0.464	0.812**	0.312	0.587*	-0.792**
氨基态氮含量	-0.003	0.093	0.152	-0.074	0.296	0.064	-0.123	-0.009
糖酸比	0.623*	0.585*	0.458	0.194	-0.848**	-0.328	-0.867**	0.327
固酸比	0.519	0.531	0.285	0.459	-0.839**	-0.238	-0.620*	0.775**

1) 苹果香与pH值、可滴定酸含量、糖酸比之间，甜香果香与糖酸比之间，清香与色值、总糖含量之间的回归方程均不显著，说明苹果汁的香味不能单纯的用以上10个理化参数来估计，若能测定苹果汁中的特征香气成分，对香味的估计更合理。

2) 涩味与pH值、可滴定酸含量、多酚含量、缓冲容量、糖酸比、固酸比用全部入选回归法，得出的回归方程不显著。用逐步回归法得到的方程为：

模型1：涩味 = $6.472 - 1.577 \times \text{pH值}$ ($R^2 = 0.809$, $P \leq 0.0001$)，方程的估计标准误差为0.237。这说明，苹果汁涩味强弱可以通过测定pH值确定。

3) 酸味与pH值、可滴定酸含量、总糖含量、缓冲容量、糖酸比、固酸比之间全部入选法得到的回归方程：

模型2：酸味 = $14.735 - 4.904 \times \text{pH值} + 0.099 \times \text{总糖含量} - 9.064 \times \text{可滴定酸含量} + 0.167 \times \text{缓冲容量} - 0.074 \times \text{糖酸比} + 0.122 \times \text{固酸比}$ ($R^2 = 0.992$, $P \leq 0.003$)，方程的估计标准误差为0.173。

通过逐步回归法得到回归方程有两个，逐步排除可滴定酸含量、缓冲容量、糖酸比、固酸比得到方程：

模型3：酸味 = $12.528 - 2.658 \times \text{pH值} - 0.180 \times \text{总糖含量}$ ($R^2 = 0.924$, $P \leq 0.0001$)，回归方程估计标准误差为0.351。

在模型3的基础上再排除总糖含量，可得到模型4：

模型4：酸味 = $13.325 - 3.469 \times \text{pH值}$ ($R^2 = 0.820$, $P \leq 0.0001$)，方程的估计标准误差为0.504。

模型2、3、4这3个模型说明，酸味强弱可以用pH值、可滴定酸含量、总糖含量、缓冲容量、糖酸比、固酸比这6个理化参数确定，也可以通过pH值、总糖含量来确定，最简单的就是用pH值来预测。

4) 甜味与SSC、可滴定酸含量、缓冲容量、固酸比通过全部入选法得到回归方程：

模型5：甜味 = $-0.386 + 0.415 \times \text{SSC} + 7.234 \times \text{可滴定酸含量} - 0.265 \times \text{缓冲容量} - 0.028 \times \text{固酸比}$ ($R^2 = 0.856$, $P \leq 0.025$)，方程估计标准误差为0.377。

通过逐步回归法排除SSC、可滴定酸含量、固酸比得到:

模型6: 甜味=1.534-0.09×缓冲容量($R^2=0.627$, $P\leq 0.006$), 回归方程估计标准误差为0.479。

苹果汁的甜味程度可以由SSC、可滴定酸含量、缓冲容量、固酸比4个理化参数测定, 也可以指通过缓冲容量预测。

3 结论

通过对9个不同品种鲜榨及浓缩苹果汁的10个理化参数的测定以及8个感官特性的评价, 进行了鲜榨苹果汁理化指标和感官特性的相关性研究, 主要得到以下结果:

1) 苹果汁的部分理化参数之间存在相关性: pH值与总糖含量、糖酸比、固酸比之间存在正相关, 与可滴定酸含量、缓冲容量为负相关; 色值与多酚含量之间具有相关性; 总糖含量和糖酸比之间相关性显著; 可滴定酸含量与缓冲容量、糖酸比、固酸比之间相关性极显著; 缓冲容量与糖酸比、固酸比及糖酸比与固酸比之间也有极显著的相关性。

2) 苹果汁感官特性与理化参数之间存在相关性: 苹果香与pH值、可滴定酸含量有显著的相关性; 清香与色值、总糖含量呈正相关; 涩味与pH值、糖酸比、固酸比之间存在负相关, 与可滴定酸含量、多酚含量、缓冲容量呈正相关性; 与酸味相关的理化参数有pH值、总糖含量、可滴定酸含量、缓冲容量、糖酸比、固酸比; 和甜味有相关性的理化参数是SSC、可滴定酸含量、缓冲容量、固酸比。

3) 得到涩味、酸味、甜味与各理化指标的回归方程, 为通过理化指标测定进行感官品质的预测积累了数据。

感官评价在国内起步较晚, 有广阔的发展前景。要建立完善的感官评价体系, 稳定可靠的评价员尤为重要, 因此, 对评价员进行严格和专业的培训是得到客观评价数据的来源和前提。香味与理化指标的回归模型不显著, 模型预测性不好, 究其原因可能是部分本实验未涉及的理化指标对苹果汁的香味起了一定的影响作用; 同时, 可能是评价员对部分感官描述语的敏感度不够。因此, 进一步增加苹果汁理化指标, 以及通过检测分析、研究建立更加科学合理的苹果汁感官评价方法, 并利用更为先进的统计分析方法对苹果汁理化特性及其比例关系对感官特性的影响进行系统研究创造更有利的条件是十分必要的。

参考文献:

- [1] 吴卫华. 苹果加工[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2001: 32-40.
- [2] 廖小军, 胡小松. 我国苹果生产、加工现状与发展对策[J]. 中国农业科技导报, 2001, 3(6): 13-16.
- [3] KATO K, SHIMOD M, SUZUKI J, et al. Changes in the odor of squeezed apple juice during thermal processing[J]. Food Research International, 2003, 36: 777-785.
- [4] JOHNSON J R, BRADDOCK R J, CHEN C S. Flavor losses in orange juice during ultrafiltration and subsequent evaporation[J]. Journal of Food Science, 2006, 21(3): 540-543.
- [5] CHOU F, WILEY R C, SCHLIMME D V. Reverse osmosis and flavor retention in apple juice concentration[J]. Journal of Food Science, 2006, 56(2): 484-487.
- [6] LILIANA C N, JORGE L E. Use of enzymes for non-citrus fruit juice production[M]//BAYINDIRLI A. Enzymes in fruit and vegetable processing. Turkey: CRC Press, 2010: 175-195.
- [7] LLORENTE D D, ABRODO P A, de la FUENTE E D, et al. Experimental design applied to the analysis of volatile compounds in apple juice by headspace solid-phase microextraction[J]. Journal of Separation Science, 2011, 34(11): 1293-1298.
- [8] FAN Wenlai, XU Yan, HAN Yehui. Quantification of volatile compounds in Chinese ciders by stir bar sorptive extraction (SBSE) and gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)[J]. Journal of Ournal of the Institute of Brewing, 2011, 117(1): 61-66.
- [9] NIKFARDJAM M P, MAIER D. Development of a headspace trap HRGC/MS method for the assessment of the relevance of certain aroma compounds on the sensorial characteristics of commercial apple juice[J]. Food Chemistry, 2011, 126(4): 1926-1933.
- [10] HARKER F R, MAINDONALD. Sensory interpretation of instrumental measurements. 1: Texture of apple fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24(3): 225-239.
- [11] ABBOTT J A, WATADA A E, MASSIE D R. Sensory and instrument measurement of apple texture[J]. Am Soc Hort Sci, 1984, 109(2): 221-228.
- [12] KARLSEN A M, AABY K, SIEVERTSEN H, et al. Instrumental and sensory analysis of fresh Norwegian and imported apples[J]. Food Qual Preference, 1999, 10(4/5): 305-314.
- [13] 李华, 李敏, 岳田利. 苹果汁酶解工艺参数对感官品质与香气构成的影响[J]. 农业机械学报, 2010, 40(10): 143-147.
- [14] GB 12143.1—89软饮料中可溶性固形物的测定方法: 折光计法[S].
- [15] NY 82.7—1988 果汁测定方法: pH值的测定[S].
- [16] SB/T 10203—1994果汁通用试验方法[S].
- [17] GB/T 12456—1990食品中可滴定酸的测定方法[S].
- [18] GB 12143.2—89果蔬汁饮料中氨基态的测定方法: 甲醛值法[S].
- [19] 杨毅, 李崎, 顾国贤. 啤酒缓冲性与质量稳定性评价[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(4): 50-53.
- [20] 李春阳, 许时婴, 王璋. 从葡萄废弃物中提取分离多酚类生物活性物质[J]. 食品科技, 2004(6): 78-83.
- [21] GB/T 14195—1993. 感官分析方法: 排序法[S].
- [22] 生庆海, 张爱霞, 马蕊. 乳与乳制品感官品评[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 10-20.