

基于 159 个品种的苹果鲜榨汁风味评价指标研究

聂继云^{1,2,*}, 李海飞^{1,2}, 李 静^{1,2}, 王 昆¹, 李志霞^{1,2}, 毋永龙^{1,2}

(¹中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 125199; ²农业部果品质量安全风险评估实验室(兴城), 辽宁兴城 125199)

摘 要: 以 159 个苹果品种为试材, 探讨了鲜榨汁风味、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比及糖酸比之间的相互关系, 明确了苹果鲜榨汁风味的适宜定量评价指标及其分级标准。苹果鲜榨汁风味值、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比和糖酸比离散度不同, 变异系数在 12.2% ~ 60.7%; 鲜榨汁可滴定酸含量和可溶性固形物含量均符合正态分布, 在去掉两个拖尾品种后可溶性糖含量也符合正态分布, 风味值近似正态分布; 风味值、可滴定酸含量、固酸比和糖酸比之间存在极显著的一元线性关系或幂函数关系, 决定系数 (R^2) 高达 0.8811 ~ 0.9740; 可滴定酸含量、固酸比和糖酸比均为苹果鲜榨汁风味的适宜定量评价指标, 其中以可滴定酸含量指标最为简便和准确; 鲜榨汁可滴定酸含量、固酸比和糖酸比均可划分为 5 级 (对应的鲜榨汁风味分别为甜、酸甜、酸甜适度、甜酸和酸), 5 级的平均品种比例分别为 3.35%、20.55%、40.67%、22.64% 和 12.79%。

关键词: 苹果; 鲜榨汁; 风味; 定量评价指标; 分级标准

中图分类号: S 661.1

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2012) 10-1999-10

Studies on Taste Evaluation Indices for Fresh Apple Juice Based on 159 Cultivars

NIE Ji-yun^{1,2,*}, LI Hai-fei^{1,2}, LI Jing^{1,2}, WANG Kun¹, LI Zhi-xia^{1,2}, and WU Yong-long^{1,2}

(¹*Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng, Liaoning 125199, China;* ²*Laboratory of Quality & Safety Risk Assessment for Fruit (Xingcheng), Ministry of Agriculture, Xingcheng, Liaoning 125199, China*)

Abstract: Using 159 cultivars of apple as samples, relationships among taste, titrable acids (Ta), soluble solids (SSo), soluble sugars (SSu), soluble solids/titrable acids (SSo/Ta), and soluble sugar/titrable acids (SSu/Ta) of fresh apple juice were investigated, and the suitable quantitative evaluation indices for taste of fresh juice and their grading standards were established. The results denoted that: Taste value (Tv), Ta, SSo, SSu, SSo/Ta, and SSu/Ta of fresh apple juice had different dispersion, their coefficient of variation were between 12.2% and 60.7%; Both Ta and SSo of fresh apple juice distributed normally, SSu also distributed normally after 2 cultivars were removed, while Tv distributed near normally; Among Tv, Ta, SSo/Ta, and SSu/Ta of fresh apple juice, there were highly significant simple linear equations or power functions with coefficient of determination up to 0.8811 – 0.9740; Ta, SSo/Ta, and SSu/Ta were all suitable quantitative evaluation indices for taste of fresh apple juice, among which Ta is the most handy and accurate one; Ta, SSo/Ta, and SSu/Ta of fresh apple juice were all divided into 5 grades (the

收稿日期: 2012-06-18; 修回日期: 2012-10-08

基金项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费项目 (200903043)

* E-mail: jiyunnie@163.com

corresponding taste of fresh apple juice were respectively sweet, sour-sweet, sour-sweet moderately, sweet-sour, and sour), and the average cultivar ratio of the 5 grades were 3.35%, 20.55%, 40.67%, 22.64%, and 12.79%, respectively.

Key words: apple; fresh juice; taste; quantitative evaluation index; grading standard

中国现已成为世界最大的浓缩苹果汁生产国和出口国(张云婷等, 2009)。风味是苹果汁的重要感官品质(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2003; 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 2004)。有关苹果和苹果汁感官品质与理化指标间关系的研究已见报道, 涉及果实外观、果实质地、果实风味、果实和果汁香气等诸多方面(贾定贤等, 1991; Hampson et al., 2000; Mehinagic et al., 2004; Steinhaus et al., 2008; Hui, 2010; 王海波等, 2010; Brookfield et al., 2011)。但基于大量苹果品种, 利用理化指标对苹果汁风味进行定量评价的研究尚未见报道, 苹果汁风味评价仍为定性描述(中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 2003; 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 2004), 难以实现科学、准确、经济、高效地评价。

本研究中以“国家果树种质资源兴城苹果圃”保存的 159 个苹果品种为试材, 制备鲜榨果汁, 测定风味和 5 项主要理化指标, 通过相关分析和回归分析探索指标间的相互关系, 利用因子分析确立苹果鲜榨汁风味适宜定量评价指标, 并建立相应的分级标准, 以期为苹果鲜榨汁风味的定量评价奠定方法基础和提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2010 年在中国农业科学院果树研究所进行。参试苹果品种 159 个(表 1)。样品果采自“国家果树种质资源兴城苹果圃”(辽宁省兴城市)。该圃土壤为沙壤土, 地势平坦, 管理条件一致, 砧木为山荆子[*Malus baccata* (L.) Borkh], 树龄 7 年, 果实不套袋。果实商品成熟期取样, 每个品种从树冠中部外围随机采集 60 个成熟果实。每个品种设 2 次重复, 结果以平均值表示。

1.2 试验方法

1.2.1 苹果鲜榨汁制备

将苹果洗净, 除去果柄和萼片, 切成小块, 用家用榨汁机榨汁, 8 层纱布过滤, 滤液装入玻璃瓶中, 加盖密封, 巴氏杀菌(80 °C, 20 min), 冷却后置 4 °C 冰柜中保存备用。

1.2.2 指标测定

苹果鲜榨汁可溶性固形物含量用折射仪(PAL-1, Japan)测得, 可溶性糖含量用费林试剂滴定法测定, 可滴定酸含量用指示剂滴定法测定(聂继云, 2009)。固酸比用可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值表示。糖酸比用可溶性糖含量与可滴定酸含量的比值表示。可滴定酸含量保留两位小数, 其余指标均保留一位小数。

参照鲜苹果风味的鉴评标准(王昆等, 2005), 将苹果鲜榨汁风味设为甜、酸甜、酸甜适度、甜酸、酸等 5 种, 依次赋值为 1、2、3、4 和 5, 由 9 位专业人员进行口尝鉴评, 以平均值为测定结果。

1.2.3 统计分析

用 DPS 数据处理系统(Data Processing System)(唐启义, 2010)进行指标正态性检验、相关

分析、回归分析、因子分析和指标分级。

2 结果与分析

2.1 苹果鲜榨汁风味值及相关指标水平分析

159 个苹果品种鲜榨果汁的风味值、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比和糖酸比见表 1。可溶性固形物含量范围为 6.1% ~ 14.7%（平均 10.3%，变异系数 12.2%），可溶性糖含量范围为 5.9% ~ 14.0%（平均 8.9%，变异系数 13.6%），表明不同苹果品种间鲜榨果汁可溶性固形物含量和可溶性糖含量差异相对较小。风味值范围为 1.00 ~ 4.89（平均 3.20，变异系数 30.8%），可滴定酸含量范围为 0.13% ~ 1.07%（平均 0.60%，变异系数 38.6%），表明不同苹果品种间鲜榨果汁风味值和可滴定酸含量差异相对较大。固酸比范围为 6.4 ~ 95.1（平均 21.1，变异系数 60.3%），糖酸比范围为 6.2% ~ 71.4%（平均 18.4，变异系数 60.7%），表明不同苹果品种间鲜榨果汁固酸比和糖酸比差异很大。

利用 DPS 数据处理系统的正态性检验功能对 159 个苹果品种鲜榨果汁的风味值、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比和糖酸比进行正态性检验。可滴定酸含量和可溶性固形物含量均符合正态分布（概率值 P 分别为 0.3801 和 0.1033），风味值近似正态分布（概率值 P 为 0.0267），固酸比、糖酸比和可溶性糖含量均不符合正态分布，但去掉拖尾的两个品种后，可溶性糖含量也符合正态分布（概率值 P 为 0.0514）。

表 1 159 个苹果品种鲜榨果汁的风味值和主要理化指标
Table 1 Taste value and main physicochemical indices of fresh juice from 159 apple cultivars

品种 Cultivar	Tv	Ta/%	SSo/%	SSu/%	SSo/Ta	SSu/Ta
I 12-10	4.67	0.98	10.5	9.2	10.7	9.4
52-6-7	3.00	0.55	12.0	11.1	21.7	20.1
60-10-22	3.67	0.78	9.1	7.8	11.6	10.0
K10	1.56	0.13	12.3	9.2	95.1	71.4
K9	4.33	0.79	11.6	8.6	14.8	11.0
Prima	4.56	0.91	9.4	8.1	10.3	8.9
Romas 3	3.11	0.56	9.9	7.9	17.7	14.2
Starkjambo	1.22	0.21	11.2	10.7	54.4	52.1
Szamlion	2.67	0.52	10.2	7.6	19.5	14.6
阿留斯坦 Aliusitan	4.44	0.88	9.0	8.2	10.2	9.4
矮早辉 Aizaohui	3.67	0.67	9.5	8.9	14.2	13.3
奥查克金 Ozark Gold	2.44	0.41	9.6	8.9	23.3	21.7
巴布施基诺 Babushkino	3.89	0.83	9.2	7.6	11.1	9.2
坂田津轻 Sakatakei Tsugaru	2.67	0.39	11.2	10.0	28.4	25.4
包曼 Bauman	3.56	0.78	9.9	8.9	12.7	11.4
宝斯库普 Belle de Boskoop	3.11	0.70	10.9	9.6	15.4	13.6
长红 Changhong	3.33	0.78	13.2	11.8	16.9	15.2
超等蔷薇 Chaodeng Qiangwei	4.44	1.03	10.9	9.0	10.5	8.7
赤诚 Akagi	2.56	0.35	11.3	10.1	32.4	29.0
赤龙 Baldwin	2.67	0.63	9.5	8.9	15.2	14.2
春霞 Titovka	3.00	0.67	9.9	8.6	14.8	12.9
春香 Chunxiang	2.67	0.50	9.7	9.0	19.4	18.2
翠玉 Green Newtown	3.56	0.68	9.0	8.4	13.3	12.4
大珊瑚 Stayman Winesap	3.22	0.54	9.5	8.2	17.5	15.3

续表 1

品种 Cultivar	Tv	Ta/%	SSo/%	SSu/%	SSo/Ta	SSu/Ta
岱绿 Dailü	3.11	0.53	10.5	9.2	19.7	17.3
丹顶 Red June	4.33	0.99	9.1	7.9	9.2	7.9
东光 Dongguang	4.44	0.99	10.4	7.3	10.5	7.4
短枝金冠 Golden Delicious Spur	3.33	0.56	10.5	9.5	18.6	17.0
发现 Discovery	2.89	0.64	11.8	10.9	18.3	16.9
法国灰苹 Grey French	4.22	0.91	10.6	8.9	11.6	9.8
芳明津轻 Yoshiaki Tsugaru	1.78	0.39	11.8	10.7	30.4	27.7
丰艳 Fengyan	3.44	0.64	10.2	9.2	15.8	14.2
凤凰卵 Yellow Bellflower	3.89	0.70	9.5	8.2	13.6	11.8
弗洛里纳 Florina	3.89	0.61	10.5	9.5	17.1	15.5
伏红 Fuhong	4.67	0.79	8.4	7.0	10.6	8.9
伏花皮 Gravenstein	3.78	0.80	9.2	8.2	11.5	10.3
伏锦 Fujin	3.11	0.49	8.1	7.3	16.6	14.9
格鲁晓夫卡 Grushovka	4.22	0.89	10.1	9.0	11.3	10.1
国光 Ralls	2.44	0.47	11.8	9.4	25.2	20.2
寒富 Hanfu	3.00	0.47	10.2	7.7	21.5	16.3
褐色凤梨 Brown Pineapple	4.22	0.76	9.6	8.0	12.5	10.5
赫腊桑 Helasang	2.56	0.63	12.5	11.1	19.8	17.6
轰系津轻 Todoroki Tsugaru	2.33	0.36	11.0	10.4	30.0	28.5
红富士 Red Fuji	1.56	0.34	14.7	14.0	43.2	41.2
红金嘎拉 Hongjin Gala	1.44	0.30	10.7	9.1	35.1	29.9
红卡维 Calville Rouge	3.11	0.52	10.1	7.2	19.6	14.1
红王将 Beni Shogun	1.89	0.29	11.0	8.3	37.7	28.5
红舞 Hongwu	2.22	0.45	10.7	9.7	24.0	21.8
红夏 Hongxia	1.78	0.34	11.3	10.4	32.9	30.3
红玉 Jonathan	3.78	0.66	12.0	8.8	18.2	13.3
红月 Kogetsu	2.44	0.35	10.0	9.3	28.3	26.4
花道 Huadao	3.89	0.77	9.1	7.9	11.8	10.2
花嫁 Wealthy	3.67	0.82	9.8	9.0	11.8	10.9
华富 Huafu	2.56	0.42	10.2	7.4	23.9	17.5
华帅 1 号 Huashuai 1	2.11	0.35	10.1	9.1	28.9	26.1
黄锦 Cooper's Early	4.44	0.82	9.1	7.7	11.0	9.4
黄魁 Yellow Transparent	3.22	0.64	10.0	8.6	15.6	13.5
惠 Megumi	4.11	0.85	10.6	8.5	12.5	10.0
姬神 Himekami	1.56	0.24	9.6	8.5	40.5	36.0
吉早红 Jizaohong	2.11	0.47	11.5	10.1	24.3	21.4
杰普提斯卡 Japtiska	3.11	0.66	11.2	10.0	17.1	15.3
金冠 Golden Delicious	3.00	0.60	12.0	10.4	19.9	17.4
金红 Jinhong	4.67	0.81	8.9	7.9	11.0	9.8
金色洛索善 Golden Rossos	4.78	0.91	8.6	7.9	9.5	8.7
金沙依拉姆 Jinshayilamu	1.33	0.21	9.3	8.3	45.1	40.2
津轻 Tsugaru	2.11	0.33	11.0	10.4	32.9	31.1
橘苹 Cox's Orange Pippin	1.67	0.32	9.2	8.2	28.4	25.4
抗病金冠 51 Kangbing Jinguan 51	3.22	0.66	10.0	8.7	15.1	13.2
考特兰德 Cortland	4.11	0.94	9.1	7.8	9.7	8.3
克里斯克 Kelisike	2.67	0.43	9.8	8.6	22.7	20.0
克鲁斯 Close	4.89	0.95	6.1	5.9	6.4	6.2
克洛登 Cloden	2.56	0.49	9.3	8.5	18.8	17.3
肯达尔 Kendall	3.22	0.48	10.9	10.1	22.6	21.1
库列酒 Kuliesa	3.33	0.57	10.6	8.1	18.7	14.2

续表 1

品种 Cultivar	Tv	Ta/%	SSo/%	SSu/%	SSo/Ta	SSu/Ta
魁金 Prime Gold	2.44	0.30	8.7	7.5	28.5	24.6
兰蓬王 Lambourne	3.11	0.66	10.3	9.8	15.6	14.8
老笃 Lodi	4.56	0.89	10.9	9.2	12.2	10.3
梨形旭 Lixingxu	4.89	1.05	10.7	10.0	10.2	9.5
理想 Dream	2.11	0.34	12.0	10.5	34.9	30.6
辽伏 Liaofu	1.11	0.21	10.0	9.4	46.7	43.9
柳玉 Smith Cider	3.22	0.59	10.8	8.2	18.2	13.8
龙红 Longhong	4.11	0.88	12.9	9.2	14.7	10.4
陆奥 Mutsu	3.33	0.57	9.3	8.1	16.4	14.3
绿帅 Lüshuai	2.22	0.44	10.7	9.2	24.4	21.0
伦巴瑞 Lord Lambourne	3.89	0.73	9.2	8.5	12.6	11.7
马空 Macoun	3.44	0.64	10.1	9.3	15.8	14.6
马里诺瓦 Malinova	4.56	1.00	8.8	7.9	8.8	7.9
满堂红 King of Pippin	2.11	0.30	9.7	8.3	32.1	27.6
美尔巴 Melba	4.22	0.86	10.1	9.1	11.7	10.5
萌 Kizashi	3.33	0.69	11.2	10.0	16.3	14.6
米丘林纪念 Memory Michurina	4.78	0.87	8.1	6.9	9.2	7.9
蜜脆 Honeycrisp	3.11	0.52	10.6	9.0	20.5	17.5
蜜金 Honeygold	2.00	0.36	12.3	10.9	34.1	30.4
摩里士 Mollie's Delicious	4.11	0.86	11.4	9.7	13.2	11.2
奈罗 26 号 Nero 26	4.44	0.89	11.3	9.3	12.7	10.5
南城矮金冠 Nancheng Ai Jinguan	3.44	0.60	12.1	11.8	20.1	19.7
南浦 1 号 Nanpu 1	3.78	0.67	10.7	7.6	16.1	11.4
宁冠 Ningguan	2.78	0.35	9.6	7.4	27.1	21.1
宁光 Ningguang	2.33	0.39	9.4	8.0	23.8	20.3
宁秋 Ningqiu	1.56	0.18	11.9	11.1	67.6	63.1
女游击队员 Female Guerrillas	4.00	0.79	9.2	7.4	11.6	9.3
诺安 Norand	4.11	0.76	9.7	7.8	12.8	10.3
诺达 Norda	2.56	0.52	9.4	7.7	18.0	14.8
帕顿 Patten	4.56	0.83	8.9	7.4	10.6	8.9
普利阿姆 Priam	4.33	0.94	9.3	8.2	9.9	8.7
齐河短金冠 Qihe Duan Jinguan	3.56	0.62	11.3	10.9	18.2	17.5
千秋 Senshu	2.22	0.44	12.4	9.9	28.3	22.7
乔纳红 Jonared	4.33	0.96	11.5	9.9	12.0	10.3
乔纳金 Jonagold	2.78	0.48	9.7	9.2	20.1	19.0
乔雅尔 Joyal	4.89	1.07	9.7	8.5	9.0	8.0
秋富 5 号 Aki Fu 5	1.44	0.33	11.4	9.3	34.9	28.5
秋力蒙 Landsberg	2.67	0.54	9.4	8.1	17.4	15.0
秋香 Qiuxiang	2.11	0.30	11.3	10.3	37.6	34.3
秋映 Akibae	2.78	0.56	11.9	9.0	21.2	16.1
瑞光 Rome Beauty	3.44	0.53	10.6	9.8	20.0	18.6
瑞林 Judeline	3.89	0.59	8.4	7.0	14.2	11.9
珊夏 Sansa	2.11	0.45	13.7	12.9	30.7	28.9
沈农 2 号 Shengnong 2	3.33	0.52	10.3	9.1	19.8	17.5
史东好吉 Shidonghaoji	4.22	0.93	8.7	7.8	9.4	8.4
耍红 Shuahong	3.44	0.69	10.9	7.8	15.8	11.4
斯塔克金矮生 Stark Spur Golden Delicious	3.44	0.52	10.5	9.2	20.1	17.6
泗水短枝 Sishui Duanzhi	4.78	1.03	12.7	10.4	12.2	10.0
松本锦 Mastumoto Nishiki	3.22	0.64	10.7	9.9	16.5	15.3

续表 1

品种 Cultivar	Tv	Ta/%	SSo/%	SSu/%	SSo/Ta	SSu/Ta
桃苹 Peach	4.00	0.84	10.3	8.8	12.2	10.5
藤牧 1 号 Mato	2.33	0.38	10.3	9.6	27.1	25.4
甜红玉 Tian Hongyu	4.11	0.86	12.8	10.8	14.8	12.5
甜伊萨耶娃 Sweet Isayev	2.33	0.38	8.9	7.8	23.4	20.8
维斯塔贝拉 Vista Bella	3.33	0.77	9.7	8.1	12.5	10.5
未希 Miki	3.00	0.72	12.8	11.5	17.9	16.1
文红 Wenhong	2.56	0.42	10.5	7.9	24.8	18.8
无锈金冠 Wuxiu Jinguan	3.56	0.56	11.0	8.6	19.7	15.5
五月 May	4.11	0.73	8.8	7.6	12.1	10.4
希特实生 Seedling Schytte	3.56	0.64	8.8	8.2	13.7	12.7
香果 Xiangguo	4.00	0.70	9.2	7.9	13.1	11.2
新冬 Xindong	3.33	0.45	10.8	8.1	24.2	18.2
新嘎拉 Royal Gala	1.89	0.26	8.4	7.9	31.9	30.3
新红 Xinhong	3.56	0.55	8.7	7.6	15.8	13.9
新红皇 Nured Royal Delicious	2.78	0.45	10.6	9.0	23.7	20.2
新花 Xinhua	3.44	0.58	11.2	9.9	19.5	17.1
新疆苹果 Xinjiang Pingguo	1.44	0.21	10.4	8.5	50.2	41.1
新乔纳金 New Jonagold	3.78	0.66	11.4	8.5	17.2	12.9
新世界 Shinsekai	2.44	0.52	11.6	8.9	22.5	17.4
新倭锦 Black Ben Davis	3.67	0.70	11.4	10.3	16.4	14.8
兴红 Xinghong	4.22	0.96	9.6	8.7	10.0	9.1
旭 McIntosh	4.33	0.69	10.4	9.0	15.0	13.0
延光 Yanguang	2.22	0.26	9.7	9.2	37.0	35.0
耶维林 Evelyn	1.44	0.30	9.1	8.1	30.7	27.4
迎秋 Yingqiu	2.00	0.28	11.3	10.6	39.9	37.5
优异玫瑰 Youyi Meigui	4.89	1.03	9.7	8.0	9.4	7.7
友谊 Youyi	1.89	0.35	9.7	8.6	27.4	24.4
约斯基 Yoshkee	4.67	1.07	8.4	6.9	7.9	6.4
早红 Zaohong	1.78	0.18	8.9	8.7	49.1	48.4
早金冠 Zao Jinguan	1.00	0.18	10.3	9.5	58.5	54.0
早生 16 号 Wase 16	3.22	0.56	10.2	8.8	18.1	15.7
早生旭 Early McIntosh	3.78	0.64	10.2	8.9	16.0	14.0
珍宝 Stark Jumbo	3.56	0.65	9.7	8.4	14.8	12.8
正定 2 号 Zhengding 2	1.67	0.19	13.3	10.5	70.4	55.5
紫香蕉 Black Gilliflower	4.56	0.88	10.8	9.2	12.2	10.4
紫云 Whitney	3.00	0.63	10.7	9.3	17.1	14.8
平均 Average	3.20	0.60	10.3	8.9	21.1	18.4

注：Tv、Ta、SSo、SSu、SSo/Ta 和 SSu/Ta 分别代表风味值、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比和糖酸比。下同。

Note: Tv, Ta, SSo, SSu, SSo/Ta and SSu/Ta were respectively the value of taste, titrable acids, soluble solids, soluble sugars, soluble solids/titrable acids, and soluble sugar/titrable acids. The same below.

2.2 苹果鲜榨汁风味指标间关系分析

159 个苹果品种鲜榨果汁风味值、可滴定酸含量、固酸比和糖酸比之间存在极显著的定量关系，其变化趋势见图 1。由图 1 可见，风味值与可滴定酸含量之间存在极显著的一元线性关系（决定系数 $R^2=0.8811$ ），风味值与固酸比和糖酸比之间存在极显著的幂函数关系（决定系数 R^2 分别为 0.8593 和 0.8676），表明鲜榨果汁风味值越小（亦即风味越甜）的苹果品种，其鲜榨果汁可滴定酸含量越低、固酸比和糖酸比越高；反之，鲜榨果汁风味值越大（亦即风味越酸）的苹果品种，其鲜榨果汁

可滴定酸含量越高、固酸比和糖酸比越低。固酸比和糖酸比与可滴定酸含量之间存在极显著的幂函数关系（决定系数 R^2 分别为 0.9426 和 0.9378），表明鲜榨果汁可滴定酸含量越低的苹果品种，其鲜榨果汁固酸比和糖酸比越高；反之，鲜榨果汁可滴定酸含量越高的苹果品种，其鲜榨果汁固酸比和糖酸比越低。固酸比与糖酸比之间存在极显著一元线性关系（决定系数 $R^2 = 0.9740$ ），表明鲜榨果汁固酸比低的苹果品种，其鲜榨果汁糖酸比也低；反之，鲜榨果汁固酸比高的苹果品种，其鲜榨果汁糖酸比也高。

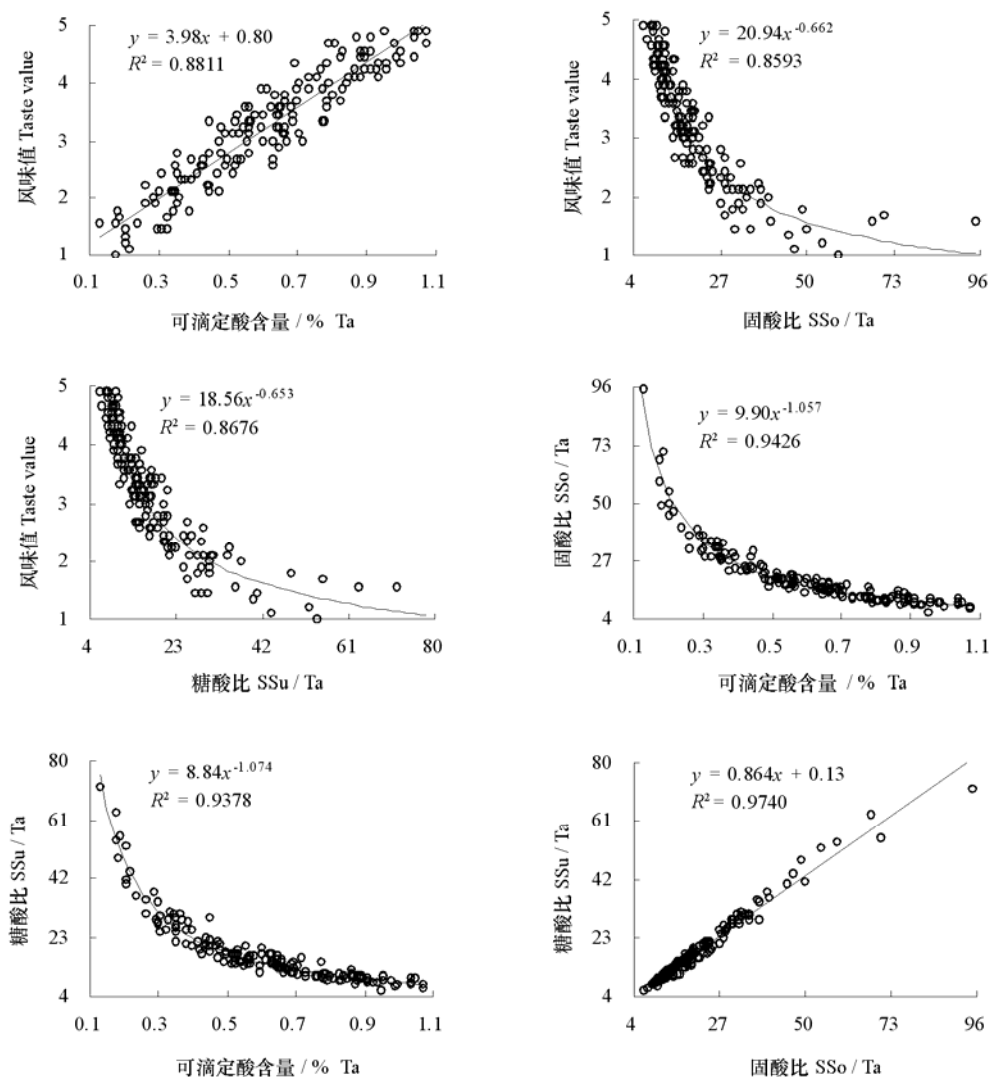


图 1 苹果鲜榨汁 4 项指标之间的变化趋势

Fig. 1 Tendency among four indices of fresh apple juice

2.3 苹果鲜榨汁最适风味指标的确定

对 159 个苹果品种鲜榨果汁的风味值、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比和糖酸比进行因子分析，结果显示，前 2 个因子所构成的信息量为总信息量的 91.13%（表 2），几乎反映了 6 项指标的全部信息（唐启义，2010）。其中，第 1 因子方差贡献率为 59.21%，代表性

指标（即权重较大的指标）为风味值、可滴定酸含量、固酸比和糖酸比，定义为风味因子；第 2 因子方差贡献率为 31.92%，代表性指标为可溶性固形物含量和可溶性糖含量，定义为营养因子。从表 2 可见，风味值、可滴定酸含量、固酸比和糖酸比的权重非常接近，表明这 4 项指标均可用于苹果鲜榨汁的风味评价。4 项指标中，风味值由多人鉴评获得，鉴评结果易受人为因素影响；固酸比和糖酸比为可滴定酸含量与可溶性固形物含量或可溶性糖含量的导出指标，因而不夠简便；可滴定酸含量易于测定，而且不是导出指标，兼具准确和简便的优点。

表 2 苹果鲜榨汁 6 项指标的因子权重
Table 2 Component weight of 6 indices of fresh apple juice

指标 Index	因子 1 Component 1	因子 2 Component 2
风味值 Tv	- 0.9279	- 0.1666
可滴定酸含量 Ta	- 0.9533	- 0.0587
固酸比 SSo/Ta	0.9258	0.2272
糖酸比 SSu/Ta	0.9315	0.2426
可溶性固形物含量 SSo	0.1385	0.9484
可溶性糖含量 SSu	0.1979	0.9349
方差贡献 Variance	3.55	1.92
贡献率/ % Percent of variance	59.21	31.92

2.4 苹果鲜榨汁风味评价指标分级

考虑到专业人员进行苹果鲜榨汁风味鉴评时有可能将其鉴评为与之相邻的风味，故以两相邻风味的赋值的平均值作为二者的风味值分值点，由此得到从甜到酸 5 种风味中相邻风味之间的风味值分值点依次为 1.5、2.5、3.5 和 4.5。然而，甜鉴评为酸甜的可能性比酸甜鉴评为甜的可能性大、酸鉴评为甜酸的可能性比甜酸鉴评为酸的可能性大，故将甜和酸甜之间的风味值分值点在 1.5 的基础上略微提高，调至 1.6；而将甜酸和酸之间的风味值分值点在 4.5 的基础上略微降低，调至 4.4。用确定的 4 个风味值分值点，根据回归方程（图 1）分别求出可滴定酸含量、固酸比和糖酸比的分值点，然后用 DPS 数据处理系统的频次分布功能对可滴定酸含量、固酸比、糖酸比等 3 项苹果鲜榨汁风味评价指标进行分级，结果见表 3。

表 3 苹果鲜榨汁风味评价指标分级及品种所占比例
Table 3 Grading of taste evaluation indices of fresh apple juice and cultivar ratio of each grade

风味值 Tv	分级 Grade	可滴定酸含量 Ta		固酸比 SSo/Ta		糖酸比 SSu/Ta	
		标准/ % Standard	品种比例/ % Ratio	标准 Standard	品种比例/ % Ratio	标准 Standard	品种比例/ % Ratio
< 1.6	甜 Sweet	< 0.20	3.14	≥ 54.0	3.14	≥ 47.8	3.77
1.6 ~ 2.49	酸甜 Sour-sweet	0.20 ~ 0.41	20.76	25.0 ~ 53.9	20.76	21.5 ~ 47.7	20.13
2.5 ~ 3.49	酸甜适度 Sour-sweet moderately	0.42 ~ 0.67	39.62	15.0 ~ 24.9	40.88	12.8 ~ 21.4	41.51
3.5 ~ 4.39	甜酸 Sweet-sour	0.68 ~ 0.89	24.53	11.0 ~ 14.9	22.65	9.5 ~ 12.7	20.75
≥ 4.4	酸 Sour	≥ 0.90	11.95	< 11.0	12.57	< 9.5	13.84

从 5 种风味苹果鲜榨汁的品种比例来看，3 项指标的分级结果极为接近。以平均值计，鲜榨果汁风味为酸甜适度的苹果品种最多，占 40.67%；其次是鲜榨果汁风味为酸甜和甜酸的苹果品种，分别占 20.55%和 22.64%；第三是鲜榨果汁风味为酸的苹果品种，占 12.79%；鲜榨果汁风味为甜的苹果品种最少，仅占 3.35%。

3 讨论

回归分析是研究因变量和自变量之间变动比例关系的一种方法，其结果一般是建立某种经验性的回归方程（唐启义，2010）。该方法已成为苹果品质研究的有效手段。聂继云等（2012）利用回归分析方法明确了苹果可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比和糖酸比 4 项理化品质评价指标之间的定量关系。本研究中首次以大样本（159 个苹果品种）为对象，利用一元线性回归和一元非线性回归分析方法，探明了苹果鲜榨汁风味值、可滴定酸含量、固酸比、糖酸比等指标之间的定性、定量关系，揭示了苹果鲜榨汁风味值、可滴定酸含量、固酸比和糖酸比之间的变化趋势（图 1）。

因子分析方法用于研究相关矩阵的内部依赖关系，它将多个变量综合为少数几个“因子”，但仍可再现原始变量与“因子”之间的相关关系，实际上起着数据降维的作用（唐启义，2010）。本研究中利用因子分析方法实现了对苹果鲜榨汁风味值、可滴定酸含量、可溶性固形物含量、可溶性糖含量、固酸比、糖酸比等 6 项指标的科学分类（表 2），即将其分为风味指标和营养指标两类，前者包括风味值、可滴定酸含量、固酸比和糖酸比，后者包括可溶性固形物含量和可溶性糖含量，藉此明确了苹果鲜榨汁风味评价指标的种类。

苹果鲜榨汁由原料果直接榨制而成，未经调配，因而能保留原料果的风味特征（王丽娜 等，2006）。贾定贤等（1991）研究发现，可滴定酸含量中等的品种，果实风味多为酸甜适度；可滴定酸含量高的品种，果实风味过酸；可滴定酸含量低的品种，果实风味偏甜。本研究结果显示，苹果鲜榨汁也如此（表 1）。聂继云等（2012）对 152 个苹果品种的果实理化品质评价指标进行了研究，结果显示，固酸比和糖酸比均与可滴定酸含量（ x ）呈极显著的幂函数关系（ $y = 9.69x^{-1.028}$ 和 $y = 8.31x^{-1.021}$ ），决定系数分别为 0.9177 和 0.8971。无论回归方程本身还是其决定系数，均与苹果鲜榨汁非常接近（图 1）。

指标分级是指标评价的基础。在进行新鲜水果品质评价时，一般都将指标分为由低到高的 5 级（贾定贤 等，1991；王昆 等，2005；王力荣 等，2005；聂继云 等，2012）。贾定贤等（1991）对 128 个苹果品种果实糖、酸含量及其与风味的关系进行了研究，指出苹果风味的优劣与可滴定酸含量有很大关系，并将可滴定酸含量划分为由低到高的 5 级，即 $< 0.20\%$ （极低）、 $0.20\% \sim 0.39\%$ （低）、 $0.40\% \sim 0.69\%$ （中）、 $0.70\% \sim 0.89\%$ （高）、 $\geq 0.9\%$ （极高）。该分级标准与本研究确定的苹果鲜榨汁可滴定酸含量分级标准（表 3）基本相同，反映苹果鲜榨汁与其原料果之间可滴定酸含量评价标准具有高度的一致性。

References

- Brookfield P L, Nicoll S, Gunson F A, Harker F R, Wohlers M. 2011. Sensory evaluation by small postharvest teams and the relationship with instrumental measurements of apple texture. *Postharvest Biology and Technology*, 59: 179 - 186.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. 2003. Clear apple juice concentrate (GB/T 18963-2003). Beijing: China Standards Press. (in Chinese)
- 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 2003. 浓缩苹果清汁 (GB/T 18963-2003). 北京: 中国标准出版社.
- Hampson C R, Quamme H A, Hall J W, MacDonald R A, King M C, Cliff M A. 2000. Sensory evaluation as a selection tool in apple breeding. *Euphytica*, 111: 79 - 90.
- Hui Y H. 2010. Handbook of fruit and vegetable flavors. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Jia Ding-xian, Mi Wen-guang, Yang Ru-lin, Chen Su-fen, Zhang Feng-lan. 1991. Sugar and acid content of fruit and its classification standard associated with flavor in different apple cultivars. *Acta Horticulturae Sinica*, 18 (1): 9 - 14. (in Chinese)
- 贾定贤, 米文广, 杨儒琳, 陈素芬, 张凤兰. 1991. 苹果品种果实糖、酸含量的分级标准与风味的关系. *园艺学报*, 18 (1): 9 - 14.

- Mehinagic E, Royer G, Symoneaux R, Bertrand D, Jourjon F. 2004. Prediction of the sensory quality of apples by physical measurements. *Postharvest Biology and Technology*, 34: 257 - 269.
- National Development and Reform Commission, People's Republic of China. 2004. Cloudy apple juice concentrate (QB 2657-2004). Beijing: China Light Industry Press. (in Chinese)
- 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 2004. 浓缩苹果汁 (QB 2657-2004). 北京: 中国轻工业出版社.
- Nie Ji-yun. 2009. Analytical techniques of fruit quality and safety. Beijing: Chemical Industry Press. (in Chinese)
- 聂继云. 2009. 果品质量安全分析技术. 北京: 化学工业出版社.
- Nie Ji-yun, Li Zhi-xia, Li Hai-fei, Li Jing, Wang Kun, Wu Yong-long, Xu Guo-feng, Yan Zhen, Wu Xi, Qin Xing. 2012. Studies on evaluation indices for apple physicochemical quality. *Scientia Agriculturae Sinica*, 45 (14): 2895 - 2903. (in Chinese)
- 聂继云, 李志霞, 李海飞, 李 静, 王 昆, 毋永龙, 徐国锋, 闫 震, 吴 锡, 覃 兴. 2012. 苹果理化品质评价指标研究. *中国农业科学*, 45 (14): 2895 - 2903.
- Steinhaus M, Baer S, Schieberle P. 2008. Sensory evaluation of commercial apple juices and relation to selected key aroma compounds//Blank I, Wüst M, Yeretzian C. Expression of multidisciplinary flavour science. Interlaken, Switzerland: Proceedings of the 12th Weurman Symposium: 76 - 79.
- Tang Qi-yi. 2010. DPS[®] data processing system-experimental design, statistical analysis and data mining. 2nd. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 唐启义. 2010. DPS[®]数据处理系统——实验设计、统计分析及数据挖掘. 第2版. 北京: 科学出版社.
- Wang Hai-bo, Li Ling-guang, Chen Xue-sen, Li Hui-feng, Yang Jian-ming, Liu Jia-fen, Wang Chao. 2010. Flavor compounds and flavor quality of fruits of mid-season apple cultivars. *Scientia Agriculturae Sinica*, 43 (1): 2300 - 2306. (in Chinese)
- 王海波, 李林光, 陈学森, 李慧峰, 杨建明, 刘嘉芬, 王 超. 2010. 中早熟苹果品种果实的风味物质和风味品质. *中国农业科学*, 43 (1): 2300 - 2306.
- Wang Kun, Liu Feng-zhi, Cao Yu-fen. 2005. Descriptors and data standard for apple (*Malus* spp. Mill.). Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)
- 王 昆, 刘凤之, 曹玉芬. 2005. 苹果种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社.
- Wang Li-na, Ma Rong-shan, Sun Zhi-jian, Wu Ji-hong, Zhang Zhen-hua. 2006. The effect of different homogenizing processes on the quality of cloudy apple juice. *Science and Technology of Food Industry*, 27 (4): 79 - 81. (in Chinese)
- 王丽娜, 马荣山, 孙志健, 吴继红, 张振华. 2006. 均质工艺对苹果浊汁品质的影响. *食品工业科技*, 27 (4): 79 - 81.
- Wang Li-rong, Zhu Geng-rui, Fang Wei-chao. 2005. The evaluating criteria of some fruit quantitative characters of peach (*Prunus persica* L.) genetic resources. *Acta Horticulturae Sinica*, 32 (1): 1 - 5. (in Chinese)
- 王力荣, 朱更瑞, 方伟超. 2005. 桃 (*Prunus persica* L.) 种质资源果实数量性状评价指标探讨. *园艺学报*, 32 (1): 1 - 5.
- Zhang Yun-ting, Zhang Wen, Zhang Lu-sheng, Liu Ming-hua. 2009. Status analysis of apple foreign trade in China. *China Fruits*, (6): 58 - 60. (in Chinese)
- 张云婷, 张 文, 张潞生, 刘命华. 2009. 我国苹果对外贸易现状分析. *中国果树*, (6): 58 - 60.

征 订

欢迎订阅 2013 年《烟台果树》

《烟台果树》是烟台市农科院果树科学研究所主办的果树专业性季刊。立足北方水果的主产区山东烟台，面向全国。经过 33 年的发展，《烟台果树》已成为我国广大果树业者新观点、新品种、新技术的交流平台，也是苗木、农药、肥料及各种生产机具等信息发布的平台。期刊发行量大、覆盖面广。每期定价 4 元，全年仅需 16 元。每季度首月 15 日发行。若挂号，全年 28 元。全国各地邮局均可订阅，邮发代号为 24-107；也可随时直接汇款至编辑部订阅。汇款地址：山东省烟台市环山路 145 号；邮编：264008；单位名称：《烟台果树》编辑部；联系人：梁志清；电话：0535-6236524, 6615052（传真）；E-mail: ytgshjb@163.com, ytgsgg@163.com；本刊网址: <http://www.fruitworld.com.cn> 或水果世界网。