



杨悦,卜海东,胡颖慧,等.不同产地‘龙丰’苹果果实品质评价[J].黑龙江农业科学,2024(10):38-43.

不同产地‘龙丰’苹果果实品质评价

杨悦¹,卜海东¹,胡颖慧¹,顾广军¹,刘畅¹,于文全¹,盖禹含²,邢立伟³

(1.黑龙江省农业科学院牡丹江分院/寒地果树育种栽培重点实验室,黑龙江牡丹江 157000;
2.长春职业技术学院,吉林 长春 130033;3.黑龙江农业经济职业学院,黑龙江牡丹江 157041)

摘要:为筛选能提高‘龙丰’苹果果实品质的产地和管理方式,选取适宜寒地苹果栽培的黑龙江省牡丹江市温春镇、宁安市、东宁市和内蒙古自治区通辽市 12 个村镇的‘龙丰’苹果为试验材料,测定单果重、pH、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、固酸比、维生素 C 含量 8 项品质指标,通过方差分析和相关性分析,结合主成分和聚类分析方法,评价不同产地‘龙丰’苹果果实品质。结果表明,不同产地‘龙丰’苹果 8 项品质指标均存在显著差异,其中糖酸比的差异最大,pH 差异最小;8 项品质指标间均存在不同程度相关性;通过主成分分析和聚类分析,筛选出糖酸比或固酸比、可溶性糖和可滴定酸 3 项指标为‘龙丰’苹果品质评价的核心指标,评价结果表明,宁安 1、通辽 2 和宁安 3 综合排名最高;得出果园处于南坡和疏花疏果均能够提高果实的品质,综合品质表现结果总体为宁安>东宁>温春>通辽。利用主成分得分和贡献率构建果实品质的综合评价模型 $F_{\text{综}} = (0.422F_1 + 0.335F_2 + 0.128F_3) / 0.885$ 。

关键词:不同产地;‘龙丰’苹果;品质评价;主成分分析

我国是世界上最大的苹果生产国和消费国,栽培面积居世界第一,种质资源也极为丰富^[1-2]。‘龙丰’苹果为黑龙江省农业科学院牡丹江分院选育的品种,其果实具有颜色鲜艳、酸甜适口、营养丰富、香气浓郁、耐储运等特点^[3-5],已成为我国东北寒地主栽的苹果品种。然而,在实际生产中,同一苹果品种受不同产地和气候的影响,导致苹果的品质有所差异^[6]。因此,对苹果的品质进行综合评价,在实际生产中具有重要意义。

品质综合评价可分为层次分析法、综合评分法、模糊评价法等主观赋权评价法和熵值法、灰色关联度分析法、主成分分析法、聚类分析法等客观赋权评价法两大类^[7]。匡立学等^[8]对 8 个省的 176 份‘富士’苹果样品进行测定,利用主成分分析和聚类分析法确定核心品质指标,通过层次分析法确定指标权重,采用灰色关联度法建立‘富士’苹果品质综合评价模型。聂继云等^[9]对 190 个苹果品种的 7 项理化指标进行测定,利用回归分析、聚类分析和主成分分析等方法,确定指标间的相关性和 5 项代表性指标。

目前对不同产地苹果品质评价的研究多是对‘富士’等大苹果,对寒地小苹果‘龙丰’的相关

报道较少。本研究选取黑龙江省牡丹江市温春镇、宁安市、东宁市和内蒙古通辽市 4 个主要栽培区的‘龙丰’苹果为试验材料,对苹果 8 项品质指标进行测定,通过方差分析、相关性分析、主成分分析以及聚类分析综合评价,初步明确各产地的‘龙丰’苹果品质差异,并筛选出苹果核心品质评价指标,建立苹果品质综合评价模型,以期全面了解不同产地‘龙丰’苹果品质差异,简化苹果品质评价指标,筛选果实品质更佳的产地及管理方式,以及评价和调控‘龙丰’苹果品质指标提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试苹果品种为‘龙丰’,取样于黑龙江省牡丹江市温春镇、宁安市、东宁市和内蒙古通辽市 12 个采样地具有代表性的苹果园,具体见表 1。在不同的采样地选择树龄一致(均为 7 a)、株行距相同(3 m×4 m)的果园在果实成熟期进行采样。其中,通辽 2 果园进行了疏花疏果,其他果园管理水平基本一致。采用随机取样法,采摘 50 个果实,运至实验室检测品质。

收稿日期:2024-03-28

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务费项目(CZKYF2024-1-B001);国家重点研发计划项目(2022YFD1600503);牡丹江市级科技指导性计划项目(HT2022FG021);国家现代农业产业技术体系建设专项资金项目(CARS-27)。

第一作者:杨悦(1987—),女,硕士,助理研究员,从事果树栽培与育种研究。E-mail:yangyue8764@163.com。

通信作者:卜海东(1983—),男,博士,副研究员,从事果树遗传育种及果树病虫害研究工作。E-mail:buhaidong11@126.com。

表 1 样品数量及采集地

省份	采样地(数量)
黑龙江省	温春 1、温春 2、温春 3、东宁 1、
	东宁 2、东宁 3、宁安 1、宁安 2、宁安 3
内蒙古自治区	通辽 1、通辽 2、通辽 3

1.2 方法

1.2.1 测定项目及方法 单果重采用电子天平测定;pH 采用 pH 计测定;可溶性固形物含量采用 PAL-1 型手持糖度仪测定;可溶性糖含量采用蒽酮试剂法测定;可滴定酸含量采用 NaOH 溶液滴定法测定^[10];糖酸比以可溶性糖含量与可滴定酸含量的比值表示^[11];固酸比以可溶性固形物含量与可滴定酸含量的比值表示;维生素 C 含量采用分光光度计法测定。

1.2.2 数据分析 采用 Excel 2010 软件进行数据整理、计算。利用 SPSS 22.0 软件进行显著性、相关性、主成分和聚类分析,并且以选取的主成分对应的贡献率为权重,将主成分得分和相应权重进行线性分析构建综合评价模型,计算各处理的综合评价得分。

表 2 不同产地‘龙丰’苹果果实品质指标

产地	单果重/g	pH	可溶性固形物/ %	可溶性糖/ %	可滴定酸/ (g·kg ⁻¹)	糖酸比	固酸比	VC 含量/ (μg·mL ⁻¹)
温春 1	48.11±4.54 ef	3.74±0.01 b	13.38±0.76 d	12.46±0.04 f	2.92±0.020 g	4.27±0.03 d	4.58±0.16 c	102.07±0.06 abc
温春 2	50.76±9.05 def	3.71±0.01 b	13.65±0.57 d	12.55±0.12 f	3.19±0.040 f	3.94±0.08 e	4.29±0.05 d	90.45±5.91 e
温春 3	60.83±11.39 abc	3.79±0.01 a	13.43±0.79 d	12.26±0.03 g	3.12±0.050 f	3.93±0.06 e	4.31±0.19 d	96.53±6.50 d
东宁 1	60.58±5.65 abc	3.54±0.03 d	13.35±0.59 d	13.06±0.01 e	3.55±0.020 d	3.68±0.02 f	3.76±0.11 e	104.02±2.73 ab
东宁 2	68.94±7.06 a	3.51±0.01 d	13.55±0.51 d	16.25±0.23 a	3.77±0.020 c	4.31±0.05 d	3.60±0.06 e	104.81±6.70 ab
东宁 3	68.42±9.70 a	3.60±0.03 c	15.65±1.10 bc	13.95±0.01 d	4.21±0.100 a	3.32±0.08 g	3.72±0.09 e	106.41±2.28 a
宁安 1	60.89±6.72 abc	3.80±0.03 a	13.51±1.13 d	15.22±0.01 b	2.10±0.010 h	7.23±0.04 a	6.42±0.13 a	105.65±4.61 a
宁安 2	55.28±5.76 cde	3.60±0.03 c	16.82±1.50 a	12.26±0.01 g	4.00±0.020 b	3.07±0.01 h	4.21±0.05 d	99.64±3.33 bcd
宁安 3	58.38±10.66 bcd	3.60±0.01 c	14.95±1.14 c	13.06±0.06 e	2.89±0.003 g	4.52±0.02 c	5.17±0.04 b	104.16±4.98 ab
通辽 1	56.65±8.57 cde	3.74±0.01 b	14.10±0.34 d	11.17±0.03 h	3.12±0.003 f	3.58±0.01 g	4.52±0.07 c	95.21±3.02 de
通辽 2	67.06±14.54 ab	3.70±0.01 b	15.84±0.93 b	14.47±0.01 c	3.14±0.050 f	4.61±0.08 b	5.04±0.08 b	105.91±4.32 a
通辽 3	45.32±8.73 f	3.64±0.03 c	15.55±0.74 bc	12.22±0.01 g	3.45±0.040 e	3.54±0.02 g	4.50±0.04 c	97.35±2.69 cd

注:不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.2 不同产地‘龙丰’苹果品质性状描述性统计分析

由表 3 可知,‘龙丰’苹果的 8 个品质指标中,糖酸比的变异程度最大,变异系数为 25.14%;其次是单果重,变异系数为 19.31%;pH 的变异程度最低,变异系数为 2.60%;VC 含量变异系数仅有 6.30%。说明糖酸比和单果重受气候、地势及土壤条件等产地因素影响较大,pH 和 VC 含量受产地影响较小;其余 4 项指标的变异程度不同,变异系数在 10.00%~16.76%之间。

2 结果与分析

2.1 不同产地‘龙丰’苹果品质分析

由表 2 可知,不同产地‘龙丰’苹果 8 项品质指标均存在显著性差异。东宁 2、东宁 3 和通辽 2 的‘龙丰’苹果单果重最大,高于其他产地;宁安 1 和温春 3 的 pH 显著高于其他产地,东宁 3 个产区均较低;宁安 2‘龙丰’苹果的可溶性固形物最高,为 16.82%,其次通辽 2、通辽 3 和东宁 3 均在 15%以上,其他产地均低于 15%;可溶性糖含量以东宁 2 最高,其次是宁安 1,通辽 1 和通辽 3 较低,通辽 2 显著高于通辽其他产地,总体看东宁地区‘龙丰’苹果的可溶性糖含量均较高;可滴定酸与糖酸比的变化规律基本呈相反趋势,东宁 3 和宁安 2‘龙丰’苹果的可滴定酸含量较高,而糖酸比较低,宁安 1 和宁安 3 的可滴定酸含量较低,而糖酸比却较高;宁安 1‘龙丰’苹果的固酸比显著高于其他产地,达 6.42,其次为宁安 3 和通辽 2,东宁产地的固酸比显著低于其他产地;东宁地区、宁安地区以及通辽 2‘龙丰’苹果的 VC 含量较高,温春 2 最低。

表 3 不同产地‘龙丰’苹果果实品质指标描述性统计

指标	变幅	极差	平均值	标准差	变异系数/ %
单果重	37.50~91.74	54.24	58.52	11.30	19.31
pH	3.50~3.82	0.32	3.66	0.10	2.60
可溶性固形物	12.20~18.90	6.70	14.47	1.45	10.00
可溶性糖	11.14~16.48	5.35	13.24	1.42	10.71
可滴定酸	2.09~4.31	2.22	3.29	0.55	16.60
糖酸比	3.05~7.27	4.22	4.17	1.05	25.14
固酸比	3.54~6.55	3.01	4.51	0.76	16.76
VC 含量	84.93~111.00	26.07	101.02	6.36	6.30

2.3 不同产地‘龙丰’苹果品质指标相关性分析

从 Pearson 相关性分析结果可以看出,pH 与单果重、pH 与 VC 含量呈显著负相关,相关系数分别为-0.407 和-0.413;VC 含量与单果重、pH 与糖酸比呈显著正相关,相关系数分别为0.278和0.446;pH 与可滴定酸、可滴定酸与糖酸

比、可滴定酸与固酸比呈极显著负相关,相关系数为-0.706,-0.817 和-0.864;可溶性糖与单果重、pH 与固酸比、可溶性糖与糖酸比、可溶性糖与 VC 含量、糖酸比与固酸比呈极显著正相关,相关系数为0.475,0.606,0.562,0.572 和0.832 (表4)。

表 4 不同产地‘龙丰’苹果果实品质相关性

指标	单果重	pH	可溶性固形物	可溶性糖	可滴定酸	糖酸比	固酸比	VC 含量
单果重	1							
pH	-0.407 *	1						
可溶性固形物	-0.010	-0.194	1					
可溶性糖	0.475 **	-0.285	-0.065	1				
可滴定酸	0.258	-0.706 **	0.309	-0.043	1			
糖酸比	0.042	0.446 *	-0.223	0.562 **	-0.817 **	1		
固酸比	-0.153	0.606 **	0.067	0.137	-0.864 **	0.832 **	1	
VC 含量	0.278 *	-0.413 *	0.025	0.572 **	0.116	0.158	-0.055	1

注:* 显著相关(P<0.05);** 极显著相关(P<0.01)。

2.4 不同产地‘龙丰’苹果品质性状主成分分析

对不同产地的‘龙丰’苹果果实品质指标进行主成分分析,按照特征值大于1 的标准提取出3 个主成分,前3 个主成分的累计贡献率达88.539%,说明这3 个主成分能够解释总信息的88.539%,可以用来代表8 项品质指标的大部分信息。主成

分1 特征值是3.379,解释了总信息量的42.239%,主要代表了糖酸比、固酸比、pH 和可滴定酸;主成分2 的特征值2.682,解释了总信息量的33.523%,主要代表了单果重、可溶性糖、VC 含量;主成分3 特征值1.022,解释了总信息量的12.777%,主要代表了可溶性固形物(表5)。

表 5 不同产地‘龙丰’苹果果实品质主成分分析载荷系数与贡献率

指标	主成分1		主成分2		主成分3	
	载荷值	载荷系数	载荷值	载荷系数	载荷值	载荷系数
单果重	-0.063	-0.034	0.844	0.515	-0.126	-0.125
pH	0.715	0.389	-0.490	-0.299	0.060	0.059
可溶性固形物	-0.451	-0.245	0.092	0.056	0.875	0.866
可溶性糖	0.239	0.130	0.895	0.547	-0.140	-0.138
可滴定酸	-0.963	-0.524	0.179	0.109	0.025	0.025
糖酸比	0.924	0.503	0.340	0.208	0.002	0.002
固酸比	0.900	0.490	-0.011	-0.007	0.418	0.413
VC 含量	0.114	0.062	0.879	0.537	0.205	0.203
特征值	3.379		2.682		1.022	
贡献率/%	42.239		33.523		12.777	
累积贡献率/%	42.239		75.762		88.539	

2.5 不同产地‘龙丰’苹果品质性状综合评价

为了能够更直观地表示不同产地‘龙丰’苹果各主成分与果实品质指标之间的差异,以载荷系

数与各指标经过标准化的数值,建立前3 个主成分的标准化变量表达式:

$$F_1=-0.034Z_1+0.389Z_2-0.245Z_3+0.130Z_4-0.524Z_5+0.503Z_6+0.490Z_7+0.062Z_8$$
$$F_2=0.515Z_1-0.299Z_2+0.056Z_3+0.547Z_4+0.109Z_5+0.208Z_6-0.007Z_7+0.537Z_8$$
$$F_3=-0.125Z_1+0.059Z_2+0.866Z_3-0.138Z_4+0.025Z_5+0.002Z_6+0.413Z_7+0.203Z_8$$

式中, F_1 、 F_2 、 F_3 分别代表主成分 1、主成分 2、主成分 3 的得分, Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 、 Z_5 、 Z_6 、 Z_7 、 Z_8 分别表示标准化后的单果重、pH、可溶性固形物、可溶性糖、可滴定酸、糖酸比、固酸比、VC 含量。

利用前 3 个主成分的得分和贡献率构建各产地‘龙丰’苹果果实品质的综合评价模型 $F_{\text{综}} = (0.422F_1 + 0.335F_2 + 0.128F_3) / 0.885$ 。由表 6 可知,主成分 1 得分最高的‘龙丰’苹果产地为宁安 1,其次是温春 1;主成分 2 得分最高的‘龙丰’苹果产地为东宁 2,其次是东宁 3 和通辽 2;主成分 3 得分最高的‘龙丰’苹果产地为宁安 2,其次是通辽 2。综合得分结果可知,宁安 1 的综合得分最高,其次是通辽 2 和宁安 3,宁安 2 的‘龙丰’苹果综合得分最低,仅由果实品质指标的综合得分评价 4 个地区‘龙丰’苹果的表现,结果为宁安>东宁>温春>通辽。得出该结果可能与品质指标种类较少、采样的随机性、气候差异以及果园管理不一致等因素有关。

表 6 不同产地‘龙丰’苹果果实品质的综合评价结果					
产地	主成分 1	主成分 2	主成分 3	综合得分	排名
温春 1	0.954	-1.214	-0.433	-0.067	5
温春 2	0.044	-2.122	-0.914	-0.914	11
温春 3	0.489	-1.195	-0.909	-0.351	7
东宁 1	-1.212	0.687	-1.171	-0.487	8
东宁 2	-1.129	2.794	-1.528	0.298	4
东宁 3	-2.167	1.773	0.393	-0.305	6
宁安 1	4.719	1.267	0.323	2.776	1
宁安 2	-2.188	-0.488	1.584	-0.999	12
宁安 3	0.622	0.463	0.772	0.584	3
通辽 1	0.026	-1.905	-0.233	-0.742	9
通辽 2	0.684	1.552	1.204	1.088	2
通辽 3	-0.841	-1.611	0.911	-0.879	10

2.6 不同产地‘龙丰’苹果品质性状聚类分析

利用 SPSS 22.0 的离差平方和法(Ward 法),对 8 个品质指标进行系统聚类分析,形成的树状聚类图。由图 1 可知,‘龙丰’苹果 8 个品质指标共聚为 3 类,第一类聚集了糖酸比、固酸比、pH;第 2 类聚集了可溶性糖、VC 含量、单果重;第 3 类聚集了可滴定酸、可溶性固形物。根据相关性分析结果,聚为一类的各品质指标间具有高度相关性,同类指标可以进行简化,用一个或几个重要指标代表其他指标。综合以上分析,最终确定 3 个苹果品质核心评价指标,分别为糖酸比或固酸比、可溶性糖和可滴定酸。

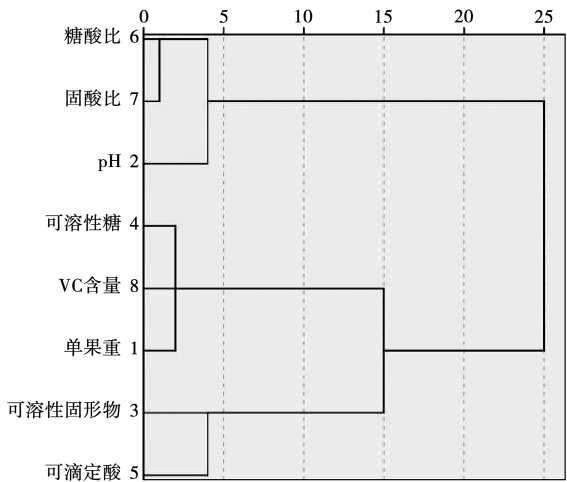


图 1 不同产地‘龙丰’苹果品质性状系统聚类分析树状图

3 讨论

苹果品质受到诸多因素的影响,包括果树品种本身的内源因素,气候、地势和土壤等产地因素,以及果园管理方式等人为因素^[12-13]。本研究以‘龙丰’苹果为试验材料,在品种、树龄、株行距和果实成熟度基本一致的情况下采样,最大限度地保证苹果品质差异只来源于产地因素。研究表明,苹果单果重与果实膨大期降水量和 1 月至 10 月总的日照时数呈正相关^[9,14],可滴定酸含量和 VC 含量与温度呈负相关^[14-15],可滴定酸与着色成熟期降水量呈正相关^[9],6 月至 7 月较低的气温,有利于光合作用碳素营养积累,即有利于糖分积累^[14],另外,果园的肥水管理对果实大小也有显著影响,根据树体营养状况适时适量疏花疏果,能够增加果实的单果重、可溶性固形物和可溶性糖含量^[16-17]。

本研究中‘龙丰’苹果的 4 个主要栽培区中,东宁市年降水量 510.3 mm,年日照时数 2 386.5 h,年平均气温 5.8℃^[18],降水量和日照时数均较高,温度较低,故其单果重、可溶性糖、可滴定酸和 VC 含量较高;通辽市年降水量 350~450 mm,降水量较少,6 月至 7 月温度较高,故可溶性糖、可滴定酸和 VC 含量较低,通辽 2 果园进行了疏花疏果,单果重、可溶性固形物、可溶性糖等指标明显增大,使其综合品质提高;据调查,宁安地区果园多建在山坡上,宁安 2 在北坡,日照时间较短,温度较低,故可滴定酸含量较高,而宁安 1 和宁安 3 在南坡,日照充足,可能是可滴定酸含量较低的主要原因,也可能与不同试验地海拔不同有关^[19],

但具体原因仍需进一步研究。可滴定酸含量是苹果品质评价的重要指标,可滴定酸含量较低有利于果实品质的提高,宁安1和宁安3因处于南坡可滴定酸含量低,可溶性糖含量高,糖酸比和固酸比均较高,故果实品质最好,在本研究中排在前列。

综上所述,宁安1和宁安3可滴定酸含量低,可溶性糖含量、糖酸比和固酸比均较高,故果实品质最好,宁安2因在北坡,可溶性酸含量高,可溶性糖、糖酸比和固酸比均低于东宁其他两个果园,故综合品质也较宁安2和宁安3排名靠后;东宁地区的单果重、可溶性糖、可滴定酸、VC含量较高;通辽地区除了通辽2受疏花疏果影响单果重、可溶性固形物、可溶性糖等指标明显增大外,单果重、可溶性糖和VC含量均较低;温春的各品质指标在4个地区中均处于中间水平,可能与其管理方式不精细,以及气候条件无显著优势有关。由此可以看出,果园处于南坡和疏花疏果均能够提高果实的品质。

对于苹果品质评价因子的选择,前人做了诸多研究,徐吉花等^[20]将果实品质评价因子定为硬度、可溶性固形物、可滴定酸、单果重(或果形指数)、果面色泽5项指标;聂继云等^[9]将苹果理化指标简化为果实硬度、可溶性糖、可滴定酸、糖酸比和维生素C含量;郑丽静等^[21]确定可滴定酸、可溶性固形物和固酸比为苹果风味的科学评价与分类指标;匡立学等^[8]将果糖、固酸比、可滴定酸、去皮硬度和单果重确定为‘富士’苹果品质的核心评价指标;李芳红等^[13]对11个品质指标进行筛选将可溶性糖、可滴定酸、可溶性固形物等作为果实评价因子。综合以上发现,前人普遍选择硬度、可溶性糖、可滴定酸、可溶性固形物、固酸比和糖酸比作为简化后的评价指标,且认为内在品质指标比外在品质指标更重要。本研究通过主成分分析和聚类分析将糖酸比或固酸比、可溶性糖和可滴定酸确定为苹果品质评价的核心指标。本研究虽对各产地‘龙丰’苹果的8个品质指标和气候以及栽培管理方式对品质的影响进行了分析,但产地仅限于黑龙江省牡丹江市温春镇、宁安市、东宁市和内蒙古通辽市,采样园地和指标因子较少,在后续的研究中将不断充实试验地,进行多产地多维度的综合分析,获得更准确可靠的结果。

4 结论

本研究对黑龙江省牡丹江市温春镇、宁安市、东宁市和内蒙古通辽市的12份‘龙丰’苹果样品进行了品质测定,结果表明,不同产地的‘龙丰’苹

果8项品质指标均存在显著性差异,且指标间存在不同程度相关性;筛选出糖酸比或固酸比、可溶性糖和可滴定酸为‘龙丰’苹果品质评价的核心指标;利用主成分得分和贡献率构建果实品质的综合评价模型 $F_{\text{综}} = (0.422F_1 + 0.335F_2 + 0.128F_3)/0.885$,评价结果表明,宁安1、通辽2和宁安3综合排名最高,得出果园处于南坡和疏花疏果均能够提高‘龙丰’苹果的品质,综合品质表现结果总体为宁安>东宁>温春>通辽。

参考文献:

- [1] 聂继云. 苹果的营养与功能[J]. 保鲜与加工, 2013, 13(6): 56-59.
- [2] 付小猛, 毛加梅, 杨虹霞, 等. 果树根际微生物研究综述[J]. 中国果树, 2021(11): 5-9.
- [3] 贾朝爽, 孙世民, 包放民, 等. 四种特色品种小苹果采后生理及耐贮性比较[J]. 农业工程学报, 2022, 38(12): 308-316.
- [4] 顾广军, 高庆玉, 卜海东, 等. 寒地苹果栽培现状与发展对策[J]. 黑龙江农业科学, 2014(4): 150-153.
- [5] 刘畅. 4种小苹果香气物质检测及主成分分析[J]. 中国林副特产, 2020(3): 17-19.
- [6] 李卓, 郭玉蓉, 孙立军, 等. 不同产地长富2号苹果品质差异及其与地理坐标的相关性[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2012, 40(4): 98-103.
- [7] 郭珊珊. 苹果品质评价和气候区划进展分析[J]. 农村·农业·农民(B版), 2020(9): 55-56.
- [8] 匡立学, 聂继云, 李银萍, 等. 中国不同地区‘富士’苹果品质评价[J]. 中国农业科学, 2020, 53(11): 2253-2263.
- [9] 聂继云, 李志霞, 李海飞, 等. 苹果理化品质评价指标研究[J]. 中国农业科学, 2012, 45(14): 2895-2903.
- [10] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [11] 李华. 葡萄酒工艺学[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [12] 窦云萍, 李秋波, 许泽华, 等. 宁夏引黄灌区‘红富士’苹果果实品质分析[J]. 北方园艺, 2014(24): 35-37.
- [13] 李芳红, 张晓煜, 冯蕊, 等. 陕甘宁地区红富士苹果品质评价[J]. 北方园艺, 2021(19): 29-36.
- [14] 段晓凤, 张磊, 金飞, 等. 气象因子对苹果产量、品质的影响研究进展[J]. 中国农学通报, 2014, 30(7): 33-37.
- [15] 刘灿盛, 蒲永义. 元帅系苹果品质与气象条件关系的研究[J]. 园艺学报, 1987, 14(2): 73-80.
- [16] 聂佩显, 王金政, 路超, 等. 不同时期疏花疏果对红富士苹果花序坐果率和果实品质的影响[J]. 山东农业科学, 2013, 45(12): 27-29.
- [17] 和润喜, 邵抚民, 石卓功. 昆明市西山区苹果果实品质分析[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(7): 1743-1746.
- [18] 罗淇文. 黑龙江省东宁市特色农业发展研究[D]. 长春: 吉林大学, 2018.
- [19] 罗文文, 高琛稀, 张东, 等. 不同海拔环境因子对富士苹果叶片和果实品质的影响[J]. 应用生态学报, 2014, 25(8): 2243-2250.
- [20] 徐吉花, 赵政阳, 王雷存, 等. 苹果果实品质评价因子的选择研究[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(6): 269-274.
- [21] 郑丽静, 聂继云, 李明强, 等. 苹果风味评价指标的筛选研究[J]. 中国农业科学, 2015, 48(14): 2796-2805.

Evaluation on Fruit Quality of ‘Longfeng’ Apple from Different Producing Areas

YANG Yue¹, BU Haidong¹, HU Yinghui¹, GU Guangjun¹, LIU Chang¹, YU Wenquan¹, GAI Yuhan², XING Liwei³

(1. Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Fruit Tree Breeding and Cultivation in Cold Regions, Mudanjiang 157000, China; 2. Changchun Vocational and Technical College, Changchun 130033, China; 3. Heilongjiang Agricultural Economy Vocational College, Mudanjiang 157041, China)

Abstract: In order to screen the production areas and management methods that can improve the quality of ‘Longfeng’ apple fruit, the ‘Longfeng’ apples from 12 villages and towns in Mudanjiang City of Heilongjiang Province, including Wenchun Town, Ning’ an City, Dongning City, and Tongliao City of Inner Mongolia, which are suitable for apple cultivation in cold regions, were selected as the experimental materials. Eight quality indexes, including single fruit weight, pH, soluble solids, soluble sugar, titratable acid, sugar acid ratio, solid acid ratio, and vitamin C content, were determined. Through variance analysis and correlation analysis, combined with principal component analysis and cluster analysis. The results showed that there were significant differences in eight quality indexes of ‘Longfeng’ apples from different habitats, among which the difference in sugar acid ratio was the largest, and the difference in pH was the smallest; There were correlations among the eight quality indexes; Through principal component analysis and cluster analysis, three indicators, sugar acid ratio or solid acid ratio, soluble sugar and titratable acid, were selected as the core indicators for the quality evaluation of ‘Longfeng’ apple. The evaluation results showed that Ning’ an 1, Tongliao 2 and Ning’ an 3 ranked the highest in terms of comprehensive ranking. It was concluded that the orchard in the south slope and thinning flowers and fruits could improve the quality of fruit. The overall quality performance result was Ning’ an > Dongning > Wenchun > Tongliao. The comprehensive evaluation model of fruit quality $F = (0.422F_1 + 0.335F_2 + 0.128F_3) / 0.885$ was constructed by using the principal component score and contribution rate.

Keywords: different producing areas; ‘Longfeng’ apple; quality evaluation; principal component analysis

(上接第 37 页)

Field Control Effects of Seed Coating with Flonicamid on Maize Aphids

LIU Yang¹, ZHAO Xiumei¹, WANG Zeyin², WANG Lida¹, LI Qingchao¹, LAN Ying¹, LIU Yue¹, LIU Ying³

(1. Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. Qiqihar Agricultural Technology Extension Center, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to promote the light and simplified control of maize aphids with flonicamid, field trials were conducted in 2022 to evaluate the safety of flonicamid seed coating on maize growth and its control effect on aphids. The results showed that after maize seed coating treatment with flonicamid [effective ingredient dosage 75.00—375.00 g·(100 kg)⁻¹], there were no symptoms of pesticide damage in the emergence and growth of maize, and the safety was very good within the experimental dose range; And it could promote the growth of maize seedlings, improve their quality, the final control effect on corn aphid was 54.5%—85.8%. The effective ingredient dosage of flonicamid was 250.00—375.00 g·(100 kg)⁻¹ and seed coating treatment can effectively control maize aphids, with a control effect of more than 80%. The seed coating treatment with flonicamid for maize aphid control with a longer lasting effect, and a strong targeting, concealed application, safety to the environment and natural enemies, simple operation, cost saving, it could control aphid damage throughout the entire growth period of spring maize, and met the needs of light and simplified maize production, it had broad application prospects. The appropriate dosage of flonicamid on effective ingredient dosage was 250.00—375.00 g·(100 kg)⁻¹ seed coating treatment.

Keywords: flonicamid; maize aphids; seed coating; control effect; safety