

网络出版时间:2018-04-20 16:29

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2018.09.014

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20180420.1628.028.html>

基于果实品质模糊综合评判的砂梨熟期 配套品种初步筛选

万春雁¹, 糜 林¹, 郭 达², 乔玉山², 霍恒志¹, 陈丙义¹, 李金凤¹, 陈雪平¹

(1 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏 句容 212400; 2 南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095)

【摘 要】【目的】运用模糊综合评判法建立砂梨果实品质评价模型, 确定各品种的综合评价值, 为苏南地区不同成熟期砂梨品种的组合栽培提供参考。【方法】以国内外综合表现优良的 42 个砂梨品种为试材, 调查果实成熟期, 测定单果质量、可溶性固形物含量、可溶性糖、维生素 C、石细胞和可滴定酸含量等品质指标, 并通过模糊综合评判法, 计算各品质指标的权重, 得到不同品种品质性状的综合评判值, 以综合评判值对参试品种进行分级, 结合成熟期确定最佳的砂梨品种组合。【结果】参试的 42 个砂梨品种中, 早熟品种 12 个, 中熟品种 20 个, 晚熟品种 10 个; 果实品质指标中, 单果质量、外观综合评价值、内质综合评价值、可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C、石细胞和可滴定酸含量的权重分别为 0.145, 0.178, 0.164, 0.134, 0.09, 0.100, 0.083 和 0.108。根据不同品种品质性状的综合评判值可知, 42 个砂梨品种中, 一、二、三、四等品的数量分别为 8, 11, 13, 10, 其中一等品种中早熟品种 4 个(‘若光’、‘翠冠’、‘爱甘水’和‘幸水’), 中熟品种 3 个(‘秋月’、‘彩玉’和‘丰水’), 晚熟品种 1 个(‘王秋’)。【结论】苏南地区在今后的引种及建园时, 推荐选择‘若光’、‘翠冠’、‘爱甘水’、‘幸水’、‘秋月’、‘彩玉’、‘丰水’、‘王秋’等优质砂梨品种, 形成一套涵盖 7 月下旬到 10 月上旬成熟的砂梨品种组合。

【关键词】 砂梨; 果实品质; 模糊综合评判法; 品种; 成熟期

【中图分类号】 S661.2

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2018)09-0099-09

Preliminary screening of *Pyrus pyrifolia* Nakai combination with different mature periods based on fuzzy synthetic evaluation of fruit quality

WAN Chunyan¹, MI Lin¹, GUO Da², QIAO Yushan², HUO Hengzhi¹,
CHEN Bingyi¹, LI Jinfeng¹, CHEN Xueping¹

(1 Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Hilly Area, Jurong, Jiangsu 212400, China;

2 College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China)

Abstract:【Objective】This study established a model for the selection of sand pear combination based on fuzzy synthetic evaluation of fruit quality of 42 cultivars to provide basis for combined cultivation of sand pears in south Jiangsu.【Method】A total of 42 excellent sand pears cultivars from home and abroad were selected and the fruit maturation period and 8 quality indices were determined. Based on the fuzzy synthetic evaluation, the weight coefficient (WC) of each index and the comprehensive evaluation value (CEV) of each cultivar were obtained. All the cultivars were then graded into 4 grades according to the CEV, and the best combination sand pears combined with maturity period.【Result】Among the 42 tested cultivars, the numbers of early-maturity, middle-maturity and later-maturity cultivars were 12, 20 and 10, respective-

【收稿日期】 2017-05-26

【基金项目】 江苏省自主创新资金项目(CX(15)1023; 镇江市创新能力建设项目(SS2015026)

【作者简介】 万春雁(1984—), 女, 江苏涟水人, 副研究员, 主要从事果树生理及新品种选育研究。E-mail: 254071691@qq.com

【通信作者】 糜 林(1963—), 男, 江苏丹徒人, 研究员, 主要从事果树示范推广及新品种选育研究。E-mail: jsrmn6217@sina.com

ly. The WCs of fresh quality (FQ), surface comprehensive evaluation (SCE), internal comprehensive evaluation (ICE), total soluble solids (TSS), soluble sugar content (SSC), vitamin C (VC), stone cell content (SCC) and titratable acidity (TA) were 0.145, 0.178, 0.164, 0.134, 0.09, 0.100, 0.083 and 0.108, respectively. According to CEV, the numbers of testing cultivars in the first, second, third and fourth grades were 8, 11, 13 and 10, respectively. The first grade included 4 early-maturity cultivars (‘Wakahikari’, ‘Cuiguan’, ‘Aikansui’ and ‘Kousui’), 3 middle-maturity cultivars (‘Saigyoku’, ‘Akitsuki’ and ‘Housui’) and 1 later-maturity cultivar (‘Qushuu’). 【Conclusion】 The recommended sand pear cultivars were ‘Wakahikari’, ‘Cuiguan’, ‘Aikansui’, ‘Kousui’, ‘Saigyoku’, ‘Akitsuki’, ‘Housui’ and ‘Qushuu’ in south Jiangsu, which would form a set of combinations from late July to early October.

Key words: *Pyrus pyrifolia* Nakai; fruit quality; fuzzy synthetic evaluation; cultivars; maturity

梨(*Pyrus spp.*)为蔷薇科梨属植物,原产于我国,已有 3000 多年的栽培历史,适应性强、分布广泛,从南到北从东到西均有栽培,是我国仅次于苹果、柑橘的第 3 大水果^[1-2]。砂梨是原产于中国的 4 个栽培种之一,目前我国南部省份均有栽培,在国外以日本、韩国、朝鲜等栽培较多^[1-5]。地处长江中下游的苏南地区是砂梨优势产区之一,在我国梨果生产中具有重要地位^[2-4]。目前该地区存在品种结构不合理、成熟期过于集中等问题,通过不同成熟期品种的组合栽培是解决这一问题的有效手段。

如何高效、科学地组合栽培砂梨品种成为砂梨示范推广工作中面临的重要课题。随着社会、经济和果业的快速发展,消费者对梨果实外观、风味、营养等方面的要求越来越高,果实品质是决定梨果市场竞争力的主要因素^[5]。影响梨果实品质的因子很多,如单果质量、可溶性固形物含量、可溶性糖、石细胞、可滴定酸及维生素等,各因子间相互作用,相互影响,共同决定了果实的外观和内在品质性状^[2-5]。研究者都在寻求一种简便评价果实品质的方法,在脐橙、苹果、桃、冬枣、龙眼、梨果等中已开展了相关的研究和探索,主要采用的方法有主成分分析法、聚类分析法、多元统计法、合理满意度和多维价值理论合并规则等^[2-14],为定量评价果实品质提供了依据。模糊综合评判法,是对受到多个因素影响的事物做

出全面评价的一种有效的多因素决策方法,已在工程科学、生命科学与经济管理等各领域广泛应用,并具有广泛的实用价值^[15-17],但截止目前在砂梨果评价中鲜见报道。

综上,笔者以国内外综合表现优良的 42 个砂梨品种为试材,统一定植于镇江农业科学研究所砂梨示范园,调查不同品种成熟期,并对不同品种果实(成熟度一致)的外观、内在品质指标进行评价、测定,运用模糊综合评判方法构建砂梨品质评价体系,计算各品种综合评判值并依此进行品种分级,旨在为苏南地区不同成熟期砂梨品种的组合栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2015 年在江苏丘陵地区镇江农业科学研究所进行。参试优质砂梨品种 42 个(表 1)。各品种随机布置,每品种 3 株。样品果均采自镇江农业科学研究所砂梨示范园。该示范园土壤系黏土,岗坡地,高干两主枝水平棚架栽培,株行距为 4 m×4 m,树龄 5 年,砧木为杜梨,果实套袋,管理水平较高。于果实成熟期,从每个品种树冠中部外围随机采集 10 个成熟果实,置 4℃保存,于采样当日或次日进行指标测定,设 3 次重复。

表 1 参试砂梨品种及其来源

Table 1 Cultivars and origins of tested sand pears

品种 Cultivar	来源 Origin	品种 Cultivar	来源 Origin	品种 Cultivar	来源 Origin	品种 Cultivar	来源 Origin
早生新水 Zaoshengxinshui	日本 Japan	清香 Qingxiang	日本 Japan	黄金梨(日引) Whangkeumbae (Japan)	日本 Japan	苏翠 2 号 Suicui 2	中国 China
筑水 Chikusui	日本 Japan	丰水 Housui	日本 Japan	南水 Nansui	日本 Japan	晚秀 Mansoo	韩国 Korea
明水 Akemizu	日本 Japan	加藤 36 号 Katuo 36	日本 Japan	鞍月 Kuratsuki	日本 Japan	丰月 Hogetsu	日本 Japan
喜水 Kisui	日本 Japan	加藤 22 号 Katuo 22	日本 Japan	早生黄金 Josenghwangkeum	韩国 Korea	凉丰 Ryoho	日本 Japan
若光 Wakahikari	日本 Japan	圆黄 Wonhwang	韩国 Korea	黄金梨 Whangkeumbae	韩国 Korea	秋丽 Shuurei	日本 Japan

表 1(续) Continued table 1

品种 Cultivar	来源 Origin	品种 Cultivar	来源 Origin	品种 Cultivar	来源 Origin	品种 Cultivar	来源 Origin
爱甘水 Aikansui	日本 Japan	日引 1 号 Riyin 1	日本 Japan	八里 Yasato	日本 Japan	欢月 Kangetsu	日本 Japan
翠冠 Cuiguan	中国 China	香梨 1 号 Kaaoli 1	日本 Japan	中梨 1 号 Zhongli 1	中国 China	秋月 Akitsuki	日本 Japan
寿新水 Kotobukishinsui	日本 Japan	香梨 2 号 Kaaoli 2	日本 Japan	新梨 1 号 Xinli 1	中国 China	新梨 8 号 Xinli 8	中国 China
秋明 Chikusui	日本 Japan	南月 Nangetsu	日本 Japan	华山 Whasan	韩国 Korea	王秋 Qushuu	日本 Japan
幸水 Kousui	日本 Japan	金二十世纪 Nijisseiki	日本 Japan	杨水 Yosui	日本 Japan		
秋水 Shusui	日本 Japan	彩玉 Saigyoku	日本 Japan	美人酥 Meirensu	中国 China		

1.2 试验方法

1.2.1 果实成熟期调查 记录各品种 70%果实充分成熟的日期。并参照沈德绪^[18]的方法进行早、中、晚熟品种分类。

1.2.2 果实品质性状测定 在已采收的果实中随机取 5 个果实测量并取平均值。单果质量使用电子天平称量;可溶性固形物用 Atago pal-1 型折射仪测定;可溶性糖、维生素 C、果肉石细胞和可滴定酸含量参照曹玉芬等^[19]编著的《梨种质资源描述规范和数据标准》测定。

1.2.3 果实内外品质综合评价 参照曹玉芬等^[19]的标准,由梨项目组成员综合评价参试品种果实外观、内质性状,固定 5 人进行,其中男 3 名,女 2 名;45~55 岁 2 名,35~45 岁 1 名,25~35 岁 2 名。外观综合评价按等级分为极好、好、中等、差,分别赋值 4,3,2,1;果实内质综合评价按等级分为极上、上、中、下,分别赋值 4,3,2,1。最终评价值取 5 人打分平均值。

1.2.4 果实品质模糊综合评判 通过测定和分析得到不同品种果实经济性状的原始数据(所有数据均为该品种采集样品的平均值),运用极差标准化法

对原始数据进行标准化处理,得到评判模糊矩阵 R , $R=(r_{ij}),r_{ij}=(x_{ij}-x_{\min ij})/(x_{\max ij}-x_{\min ij})$,其中 x_{ij} 指第 j 个样品第 i 个指标的原始测定值; $x_{\max ij}$ 和 $x_{\min ij}$ 分别指样品第 i 组指标的最大值和最小值^[3]。将不同品种果实经济性状的标准值与同一行向量和做比值,建立评判关系;并通过计算各个经济性状的平均值确定权重,建立评判模型,得到权重矩阵 A 。通过矩阵运算,计算各因素综合评判值 $B=A\times R^{[20-22]}$ 。综合评判值越高,果实品质越优。

1.2.5 品质分级标准 根据综合评判值,将参试 42 个砂梨品种划分为 4 个等级,综合评判值大于 0.60 为一等品,综合评判值 $>0.50\sim\leq 0.60$ 为二等品,综合评判值在 $>0.40\sim\leq 0.50$ 为三等品,综合评判值小于 0.40 为四等品。

1.3 数据处理与分析

运用 IBM SPSS Statistics 21 和 Excel 2007 进行数据分析以及相关图、表的制作。

2 结果与分析

2.1 42 个砂梨品种的成熟期

42 个参试砂梨品种成熟期的观察结果见表 2。

表 2 参试砂梨品种果实成熟期

Table 2 Maturity dates of tested cultivars

品种 Cultivar	成熟期 Date of maturity	品种 Cultivar	成熟期 Date of maturity	品种 Cultivar	成熟期 Date of maturity	品种 Cultivar	成熟期 Date of maturity
早生新水 Zaoshengxinshui	07-20	清香 Qingxiang	08-21	黄金梨(日引) Whangkeumbae(Japan)	09-09	苏翠 2 号 Suicui 2	08-13
筑水 Chikusui	07-22	丰水 Housui	08-22	南水 Nansui	09-09	晚秀 Mansoo	09-02
明水 Akemizu	07-25	加藤 36 号 Katuo 36	08-23	鞍月 Kuratsuki	09-10	丰月 Hogetsu	09-29
喜水 Kisui	07-21	加藤 22 号 Katuo 22	08-23	早生黄金 Josenghwangkeum	09-10	凉丰 Ryoho	08-16
若光 Wakahikari	07-23	圆黄 Wonhwang	08-27	黄金梨 Whangkeumbae	09-12	秋丽 Shuurei	09-05
爱甘水 Aikansui	07-29	日引 1 号 Riyin 1	08-29	八里 Yasato	09-13	欢月 Kangetsu	10-02
翠冠 Cuiguan	07-31	香梨 1 号 Kaaoli 1	08-29	中梨 1 号 Zhongli 1	09-13	秋月 Akitsuki	08-18
寿新水 Kotobukishinsui	08-01	香梨 2 号 Kaaoli 2	08-29	新梨 1 号 Xinli 1	09-16	新梨 8 号 Xinli 8	09-09
秋明 Chikusui	08-03	南月 Nangetsu	08-31	华山 Whasan	09-18	王秋 Qushuu	10-05
幸水 Kousui	08-09	金二十世纪 Nijisseiki	09-01	杨水 Yosui	09-18		
秋水 Shusui	08-12	彩玉 Saigyoku	09-01	美人酥 Meirensu	09-23		

表 2 显示,42 个参试砂梨成熟时间跨度为 77 d。其中‘早生新水’成熟最早,于 7 月 20 日成熟;

‘王秋’成熟最晚,成熟期为 10 月 5 日。将‘早生新水’、‘筑水’等 12 个品种划分为早熟品种(8 月 15 前成熟);‘凉丰’、‘秋月’、‘清香’等 20 个品种划分为中熟品种(8 月 16 日~9 月 10 日成熟);‘黄金梨’、‘八里’、‘中梨 1 号’等 10 个品种划分为晚熟品

种(9 月 10 以后成熟)。
2.2 42 个砂梨品种果实品质及综合模糊评价
测定和分析得到 42 个砂梨品种果实品质性状原始数据如表 3 所示。

表 3 不同品种砂梨果实品质性状及综合评价值
Table 3 Pear fruit quality and synthetic evaluation of different cultivars

品种 Cultivar	单果 质量/g FQ	外观综合 评价值 ACE	内质 综合评价 ICE	可溶性 固形物/% TSS	可溶性 糖/ (mg·g ⁻¹) SSC	维生素 C/ (mg·g ⁻¹) Vc	石细胞/ (g·kg ⁻¹) SCC	可滴定 酸/% TA
早生新水 Zaoshengxinshui	270	3	3	11.90	82.12	2.97	1.044	0.113
筑水 Chikusui	325	2	3	10.70	79.00	2.39	0.559	0.104
明水 Akemizu	270	2	3	13.00	118.81	2.46	0.710	0.145
喜水 Kisui	310	3	3	11.00	70.65	2.53	0.628	0.089
若光 Wakahikari	380	3	4	15.00	142.44	2.70	0.879	0.163
爱甘水 Aikansui	310	4	3	15.40	94.68	3.65	0.870	0.115
翠冠 Cuiguan	405	3	4	15.10	133.03	2.29	1.171	0.161
寿新水 Kotobukishinsui	200	1	2	14.20	81.13	3.34	0.619	0.119
秋明 Chikusui	375	3	4	12.70	76.30	3.28	0.579	0.093
幸水 Kousui	395	4	4	14.50	94.10	4.16	1.011	0.189
秋水 Shusui	330	3	2	12.20	98.69	2.07	0.994	0.106
苏翠 2 号 Suicui 2	495	4	3	12.10	86.96	2.39	0.773	0.158
凉丰 Ryoho	460	3	2	14.00	91.12	3.22	0.736	0.244
秋月 Akitsuki	325	4	4	15.60	90.72	4.00	0.819	0.177
清香 Qingxiang	600	2	1	13.70	67.58	2.50	0.846	0.164
丰水 Housui	485	3	4	14.90	121.58	3.51	0.751	0.093
加藤 36 号 Katuo 36	480	3	3	12.40	67.87	2.43	0.723	0.139
加藤 22 号 Katuo 22	485	3	3	12.10	98.61	2.99	0.324	0.195
圆黄 Wonhwang	410	4	3	14.50	90.42	2.73	0.804	0.096
日引 1 号 Riyin1	500	3	2	12.90	78.96	2.91	2.419	0.157
香梨 1 号 Kaaoli 1	530	3	2	12.60	108.76	3.38	0.920	0.116
香梨 2 号 Kaaoli 2	640	3	2	12.70	66.13	5.01	0.698	0.146
南月 Nangetsu	450	3	2	13.60	65.92	1.73	1.040	0.096
金二十世纪 Nijisseiki	360	2	2	11.70	111.66	2.45	1.331	0.205
彩玉 Saigyoku	490	4	4	15.40	101.97	3.01	1.520	0.113
晚秀 Mansoo	620	3	3	12.10	67.17	3.03	1.029	0.227
秋丽 Shuurei	460	2	3	14.50	87.49	2.82	0.638	0.123
新梨 8 号 Xinli 8	390	2	2	12.80	93.39	3.57	1.229	0.136
黄金梨(日引) Whangkeumbae (Japan)	480	4	3	13.70	71.40	3.25	0.721	0.146
南水 Nansui	400	3	3	12.20	67.52	3.08	0.593	0.099
鞍月 Kuratsuki	545	3	3	13.50	99.69	3.00	0.531	0.155
早生黄金 Josenghwangkeum	520	3	3	12.10	102.92	3.07	0.823	0.115
黄金梨 Whangkeumbae	585	3	3	11.70	99.21	3.04	0.857	0.104
八里 Yasato	290	2	2	12.10	122.92	3.26	0.695	0.168
中梨 1 号 Zhongli 1	480	3	2	13.50	87.49	2.11	1.13	0.123
新梨 1 号 Xinli 1	230	3	3	15.20	111.82	1.90	1.031	0.152
华山 Whasan	415	3	3	11.80	64.08	2.11	0.690	0.108
杨水 Yosui	640	3	2	12.60	66.76	3.53	0.723	0.066
美人酥 Meirensu	465	3	3	12.70	74.50	4.28	0.221	0.082
丰月 Hogetsu	550	3	2	11.70	91.50	2.28	1.253	0.227
欢月 Kangetsu	300	2	3	13.80	98.02	2.22	1.125	0.118
王秋 Qushuu	570	4	3	13.70	80.72	2.29	1.471	0.124
平均 Average	434	3	2.79	13.20	90.69	2.95	0.888	0.138

由表 3 可知,砂梨平均单果质量为 434 g,‘香梨 2 号’和‘杨水’的平均单果质量最大,达 640 g;‘寿

新水’最小,仅 200 g。早熟品种的平均单果质量为 324 g,中熟品种的平均单果质量为 470 g,晚熟品种的平均单果质量为 466 g,中、晚熟品种的平均单果质量较早熟品种大,分别增加 45.06%和 43.83%。42 个砂梨品种的可溶性固形物平均含量为 13.20%,其中‘筑水’最低(10.70%),‘秋月’最高(15.60%);可溶性糖的平均含量为90.69 mg/g,其中‘若光’最高(142.44 mg/g),‘华山’最低(64.08 mg/g);维生素 C 的平均含量为2.95 mg/g,其中‘香

梨 2 号’最高,为 5.01 mg/g,‘南月’最低,为 1.73 mg/g;石细胞的平均含量为 0.888 g/kg,其中‘日引 1 号’最高(2.419 g/kg),‘美人酥’最低(0.221 g/kg);可滴定酸的平均含量为0.138%,其中‘凉丰’最高(0.244%),‘杨水’最低(0.066%)。

表 3 中各指标的计量单位不同,所以数据量纲也不一致,不便统一比较,因此采用极差标准化法即 $r_{ij} = (x_{ij} - x_{\min ij}) / (x_{\max ij} - x_{\min ij})$,将各指标转化为 0~1 的标准化数据,得到评判模糊矩阵 **R**(表 4)。

表 4 砂梨不同品种果实性品质状综合评判模糊矩阵 **R**

Table 4 Fuzzy matrix of synthetic evaluation in pear fruit quality of different cultivars									
品种 Cultivar	单果质量 FQ	外观综合评价 ACE	内质综合评价 ICE	可溶性固形物 TSS	可溶性总糖 SSC	维生素 C V _c	石细胞 SCC	可滴定酸 TA	行向量和 Sum of a row vector
早生新水 Zaoshengxinshui	0.159	0.667	0.667	0.245	0.230	0.380	0.374	0.261	2.982
筑水 Chikusui	0.284	0.333	0.667	0.000	0.190	0.202	0.154	0.215	2.046
明水 Akemizu	0.159	0.333	0.667	0.469	0.699	0.222	0.222	0.442	3.213
喜水 Kisui	0.250	0.667	0.667	0.061	0.084	0.246	0.185	0.127	2.286
若光 Wakahikari	0.409	0.667	1.000	0.878	1.000	0.297	0.299	0.546	5.096
爱甘水 Aikansui	0.250	1.000	0.667	0.959	0.391	0.585	0.295	0.276	4.422
翠冠 Cuiguan	0.466	1.000	0.667	0.898	0.880	0.172	0.432	0.531	5.046
寿新水 Kotobukishinsui	0.000	0.000	0.333	0.714	0.218	0.492	0.181	0.297	2.236
秋明 Chikusui	0.398	0.667	1.000	0.408	0.156	0.474	0.163	0.148	3.413
幸水 Kousui	0.443	1.000	1.000	0.776	0.383	0.741	0.359	0.693	5.395
秋水 Shusui	0.295	0.667	0.333	0.306	0.442	0.104	0.351	0.222	2.721
苏翠 2 号 Suicui 2	0.670	1.000	0.667	0.26	0.292	0.202	0.251	0.515	3.346
凉丰 Ryoho	0.591	0.667	0.333	0.673	0.345	0.456	0.234	1.000	4.300
秋月 Akitsuki	0.284	1.000	1.000	1.000	0.340	0.692	0.272	0.625	5.213
清香 Qingxiang	0.909	0.333	0.000	0.612	—0.818	0.234	0.284	0.552	2.108
丰水 Housui	0.648	0.667	1.000	0.857	0.734	0.542	0.241	0.153	4.841
加藤 36 号 Katuo 36	0.636	0.667	0.667	0.347	0.048	0.215	0.228	0.411	3.218
加藤 22 号 Katuo 22	0.648	0.667	0.667	0.286	0.441	0.384	0.047	0.723	3.861
圆黄 Wonhwang	0.477	1.000	0.667	0.776	0.336	0.307	0.265	0.166	3.993
日引 1 号 Riyin 1	0.682	0.667	0.333	0.449	0.190	0.359	1.000	0.512	4.192
香梨 1 号 Kaaoli 1	0.750	0.667	0.333	0.388	0.570	0.504	0.318	0.281	3.811
香梨 2 号 Kaaoli 2	1.000	0.667	0.333	0.408	0.026	1.000	0.217	0.450	4.101
南月 Nangetsu	0.568	0.667	0.333	0.592	0.024	0.000	0.372	0.167	2.723
金二十世纪 Nijisseiki	0.364	0.333	0.333	0.204	0.607	0.220	0.505	0.782	3.348
彩玉 Saigyoku	0.659	1.000	1.000	0.959	0.484	0.389	0.591	0.264	5.346
晚秀 Mansoo	0.955	0.667	0.667	0.286	0.039	0.397	0.368	0.904	4.281
秋丽 Shuure	0.591	0.333	0.667	0.776	0.299	0.333	0.190	0.322	3.510
新梨 8 号 Xinli 8	0.432	0.333	0.333	0.429	0.374	0.561	0.459	0.392	3.313
黄金梨(日引) Whangkeumbae (Japan)	0.636	1.000	0.667	0.612	0.094	0.463	0.227	0.449	4.148
南水 Nansui	0.455	0.667	0.667	0.306	0.044	0.413	0.169	0.184	2.904
鞍月 Kuratsuki	0.784	0.667	0.667	0.571	0.454	0.388	0.141	0.501	4.172
早生黄金 Josenghwangkeum	0.727	0.667	0.667	0.286	0.496	0.410	0.274	0.272	3.799
黄金梨 Whangkeumbae	0.875	0.667	0.667	0.204	0.438	0.401	0.289	0.214	3.317
八里 Yasato	0.205	0.333	0.333	0.286	0.751	0.466	0.215	0.575	3.165
中梨 1 号 Zhongli 1	0.636	0.667	0.333	0.571	0.299	0.117	0.217	0.323	2.208
新梨 1 号 Xinli 1	0.068	0.667	0.667	0.918	0.609	0.052	0.368	0.482	3.831
华山 Whasan	0.489	0.667	0.667	0.224	0.000	0.117	0.213	0.233	2.610
杨水 Yosui	1.000	0.667	0.333	0.388	0.034	0.550	0.228	0.000	3.200
美人酥 Meirensu	0.602	0.667	0.667	0.408	0.133	0.780	0.000	0.088	3.345
丰月 Hogetsu	0.795	0.667	0.333	0.204	0.350	0.167	0.469	0.907	3.892
欢月 Kangetsu	0.227	0.333	0.667	0.633	0.433	0.150	0.411	0.290	3.144
王秋 Qushuu	0.841	1.000	0.667	0.612	0.212	0.172	0.569	0.323	4.396

将表 4 中不同品质指标的标准值与同一行向量 $\mathbf{A}$ 和做比值,建立评判关系(表 5)。

表 5 不同品种砂梨果实品质性状的评判关系

Table 5 Relationship of fruit characters in different pear cultivars

品种 Cultivar	单果质量 FQ	外观综合 评价价值 ACE	内质综合 评价价值 ICE	可溶性 固形物 TSS	可溶性总糖 SSC	维生素 C V _c	石细胞 SCC	可滴定酸 TA
早生新 Zaoshengxinshui	0.053	0.224	0.224	0.082	0.077	0.127	0.125	0.088
筑水 Chikusui	0.139	0.163	0.326	0.000	0.093	0.099	0.075	0.105
明水 Akemizu	0.050	0.104	0.207	0.146	0.217	0.069	0.069	0.138
喜水 Kisui	0.109	0.292	0.292	0.027	0.037	0.107	0.081	0.056
若光 Wakahikari	0.080	0.131	0.196	0.172	0.196	0.058	0.059	0.107
爱甘水 Aikansui	0.057	0.226	0.151	0.217	0.088	0.132	0.067	0.062
翠冠 Cuiguan	0.092	0.198	0.132	0.178	0.174	0.034	0.086	0.105
寿新水 Kotobukishinsui	0.000	0.000	0.149	0.319	0.097	0.220	0.081	0.133
秋明 Chikusui	0.117	0.195	0.293	0.120	0.046	0.139	0.048	0.043
幸水 Kousui	0.082	0.185	0.185	0.144	0.071	0.137	0.067	0.128
秋水 Shusui	0.109	0.245	0.123	0.113	0.162	0.038	0.129	0.081
苏翠 2 号 Suicui 2	0.174	0.259	0.173	0.067	0.076	0.052	0.065	0.134
凉丰 Ryoho	0.137	0.155	0.078	0.157	0.080	0.106	0.055	0.233
秋月 Akitsuki	0.055	0.192	0.192	0.192	0.065	0.133	0.052	0.120
清香 Qingxiang	0.306	0.112	0.000	0.206	0.015	0.079	0.096	0.186
丰水 Housui	0.134	0.138	0.207	0.177	0.152	0.112	0.050	0.032
加藤 36 号 Katuo 36	0.198	0.207	0.207	0.108	0.015	0.067	0.071	0.128
加藤 22 号 Katuo 22	0.168	0.173	0.173	0.074	0.114	0.100	0.012	0.187
圆黄 Wonhwang	0.120	0.250	0.167	0.194	0.084	0.077	0.066	0.042
日引 1 号 Riyin 1	0.163	0.159	0.080	0.107	0.045	0.086	0.239	0.122
香梨 1 号 Kaaoli 1	0.197	0.175	0.087	0.102	0.150	0.132	0.083	0.074
香梨 2 号 Kaaoli 2	0.244	0.163	0.081	0.100	0.006	0.244	0.053	0.110
南月 Nangetsu	0.209	0.245	0.122	0.217	0.009	0.000	0.137	0.061
金二十世纪 Nijisseiki	0.109	0.100	0.100	0.061	0.181	0.066	0.151	0.234
彩玉 Saigyoku	0.123	0.187	0.187	0.179	0.090	0.073	0.111	0.049
晚秀 Mansoo	0.223	0.156	0.156	0.067	0.009	0.093	0.086	0.211
秋丽 Shuure	0.168	0.095	0.190	0.221	0.085	0.095	0.054	0.092
新梨 8 号 Xinli 8	0.130	0.101	0.101	0.129	0.113	0.169	0.138	0.118
黄金梨(日引) Whangkeumbae (Japan)	0.153	0.241	0.161	0.148	0.023	0.112	0.055	0.108
南水 Nansui	0.157	0.230	0.230	0.105	0.015	0.142	0.058	0.063
鞍月 Kuratsuki	0.188	0.160	0.160	0.137	0.109	0.093	0.034	0.120
早生黄金 Josenghwangkeum	0.191	0.176	0.176	0.075	0.130	0.108	0.072	0.072
黄金梨 Whangkeumbae	0.233	0.178	0.178	0.054	0.117	0.107	0.077	0.057
八里 Yasato	0.065	0.105	0.105	0.090	0.237	0.147	0.068	0.182
中梨 1 号 Zhongli 1	0.201	0.211	0.105	0.181	0.095	0.037	0.069	0.102
新梨 1 号 Xinli 1	0.018	0.174	0.174	0.240	0.159	0.013	0.096	0.126
华山 Whasan	0.187	0.255	0.255	0.086	0.000	0.045	0.082	0.089
杨水 Yosui	0.313	0.208	0.104	0.121	0.011	0.172	0.071	0.000
美人酥 Meirensu	0.180	0.199	0.199	0.122	0.040	0.233	0.000	0.026
丰月 Hogetsu	0.204	0.171	0.086	0.052	0.090	0.043	0.121	0.233
欢月 Kangetsu	0.072	0.106	0.212	0.201	0.138	0.048	0.131	0.092
王秋 Qushuu	0.191	0.227	0.152	0.139	0.048	0.039	0.129	0.074
平均权重 Average weight	0.145	0.178	0.164	0.134	0.090	0.100	0.083	0.108

将表 5 中不同品质指标评判值取平均值,得出各品质指标的权重,具体结果见表 6。

通过矩阵运算,算出各因素综合评判值,结果见表 7。按照品种等级划分标准,‘彩玉’、‘幸水’、‘秋月’等 8 个品种综合评判值均大于 0.60,果实性状优良,属于一等品;‘黄金梨(日引)’、‘晚秀’等 11 个

品种综合评判值为 0.50~0.60,属于二等品;‘香梨 1 号’、‘秋明’等 13 个品种综合评判值为 0.40~0.50,属于三等品;‘金二十世纪’、‘南月’等 10 个品种综合评判值小于 0.40,属于四等品,占 23.8%(表 7)。

表 6 砂梨果实品质性状的权重 A
Table 6 Weights of pear fruit characters

性状 Trait	权重 Weights	性状 Traits	权重 Weights	性状 Trait	权重 Weights	性状 Traits	权重 Weights
单果质量 FQ	0.145	可溶性总糖 SSC	0.090	内质综合评价 ICE	0.164	石细胞 SCC	0.083
外观综合评价 ACE	0.178	维生素 C Vc	0.100	可溶性固形物 TSS	0.134	可滴定酸 TA	0.108

表 7 不同品种砂梨果实品质性状的综合评判值
Table 7 Comprehensive evaluation on fruit quality of different cultivars

品种名称 Cultivar	综合评判值 Comprehensive evaluation value	品种名称 Cultivar	综合评判值 Comprehensive evaluation value	品种名称 Cultivar	综合评判值 Comprehensive evaluation value
彩玉 Saigyoku	0.735	日引 1 号 Riyin 1	0.533	新梨 8 号 Xinli 8	0.409
幸水 Kousui	0.733	加藤 22 号 Katuo 22	0.526	欢月 Kangetsu	0.408
秋月 Akitsuki	0.716	早生黄金 Josenghwangkeum	0.514	早生新水 Zaoshengxinshui	0.406
翠冠 Cuiguan	0.667	丰月 Hogetsu	0.508	明水 Akemizu	0.405
若光 Wakahikari	0.663	新梨 1 号 Xinli 1	0.505	金二十世纪 Nijisseiki	0.398
丰水 Housui	0.652	香梨 1 号 Kaaoli 1	0.497	南月 Nangetsu	0.394
王秋 Qushuu	0.620	秋明 Chikusui	0.493	华山 Whasan	0.391
爱甘水 Aikansui	0.606	黄金 Whangkeumbae	0.480	八里 Yasato	0.374
黄金梨(日引) Whangkeumbae (Japan)	0.595	美人酥 Meirensu	0.478	秋水 Shusui	0.362
晚秀 Mansoo	0.589	秋丽 Shuurei	0.476	中梨 1 号 Zhongli 1	0.350
鞍月 Kuratsuki	0.571	苏翠 2 号 Suicui 2	0.465	喜水 Kisui	0.338
圆黄 Wonhwang	0.568	加藤 36 号 Katuo 36	0.465	清香 Qingxiang	0.326
凉丰 Ryoho	0.561	杨水 Yosui	0.458	筑水 Chikusui	0.286
香梨 2 号 Kaaoli 2	0.555	南水 Nansui	0.422	寿新水 Kotobukishinsui	0.269

2.3 不同成熟期砂梨品种等级分布

根据 不同品种评判值结果,结合表 1 中早熟、中

熟、晚熟品种的划分结果,得到的砂梨品种等级分布

见图 1。

□ 早熟品种 Early-maturity cultivar; ■ 中熟品种 Middle-maturity cultivar; ▨ 晚熟品种 Later-maturity cultivar

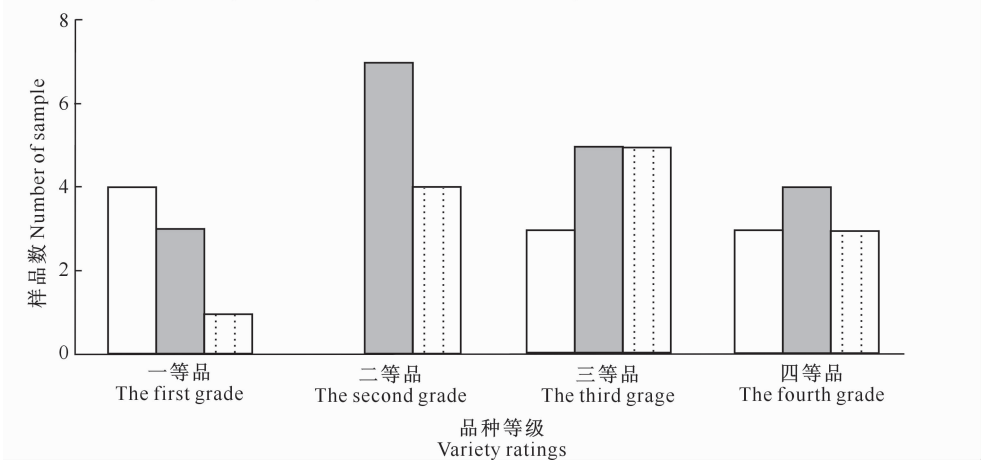


图 1 不同成熟期砂梨品种等级分布

Fig. 1 Distribution of sand pears in different grades based on maturity periods

图 1 表明,一等品中早熟品种有 4 个,分别为‘幸水’、‘若光’、‘翠冠’、‘爱甘水’;中熟品种有 3 个,分别为‘丰水’、‘秋月’、‘彩玉’,晚熟品种 1 个,为‘王秋’。二等品中无早熟品种,中熟品种有 7 个,包括‘黄金梨(日引)’、‘晚秀’‘圆黄’等;晚熟品种有 4 个,包括‘鞍月’、‘早生黄金’等;在二等品种类型中‘黄金梨(日引)’的综合评判值最高,性状优良。三等品中早熟、中熟和晚熟品种分别为 3,5 和 5 个。

四等品中包括 3 个早熟品种,4 个中熟品种,3 个晚熟品种。

根据不同砂梨品种果实品质性状的综合评判结果,结合成熟期,在今后的引种及建园时推荐选择‘若光’、‘翠冠’、‘爱甘水’、‘幸水’、‘秋月’、‘彩玉’、‘丰水’、‘王秋’等优质砂梨品种,形成一套涵盖 7 月下旬到 10 月上旬成熟的砂梨品种组合。

3 讨 论

与我国传统品种相比,日韩选育品种风味、口感略差,但外形周正、果色漂亮,目前在国际梨果市场十分抢手,且价格是我国传统品种的几倍^[4]。本研究选用的国内外优良砂梨品种 42 个,集中定植于示范园内进行统一记录评价,其中以日本品种居多,为 31 个,韩国品种 5 个,国内自主选育品种 6 个,所占比例相对较少。与前人研究结果相比,各项果实品质性状评价数据都相对较好,充分展示出各品种在苏南地区的自有特性,其中单果质量、可溶性固形物和石细胞含量最为突出^[2-5],参试各品种果实的外观综合评价价值平均为 3(外观好),内质综合评价价值 2.79(中偏上),可能与园区长期施用有机肥、修剪树形、严格疏花疏果等管理措施有关。今后,在注重引栽日韩优良新品种的同时,也要加强国内自有新品种的示范试点工作,目前由江苏省农业科学研究所选育的‘苏翠 1 号’,在园区表现较好,有待进一步综合评价。

沈德绪^[18]提出 8 月 15 日前成熟的梨为早熟梨。结合苏南地区生产和销售实际,建议早熟梨的划分以‘幸水’成熟期为界,即 8 月 10 日前成熟的梨品种为早熟梨;中熟梨是 8 月中旬至 9 月上旬成熟的梨,晚熟梨是到 9 月中旬之后成熟的梨。参试品种中早、中、晚熟品种比例分别为 6:10:5,早、中熟品种所占比例为 76.1%,且早、中熟梨在一等品中所占比例高达 87.5%,这对改善我国南方早熟梨栽培面积少^[23]和我省大力发展早、中熟砂梨品种的要求相符。

模糊综合评判是以模糊数学为基础,应用模糊关系合成的原理,对受到多个因素影响的事物做出全面评价的一种有效的多因素决策方法^[15,21-22],目前该方法在果实品质评价、果品流通渠道优化、草种选择等方面已经发挥了科学的决策指导作用。本研究运用模糊综合评判方法评价不同砂梨品种品质的优劣,与传统的评价方法相比,排除了单因素筛选的局限性。利用数理统计综合、全面地对品质各因子进行量化(权重)^[20-22],得出单果质量、外观综合评价价值、内质综合评价价值以及可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C、石细胞和可滴定酸含量的权重分别为 0.145,0.178,0.164,0.134,0.09,0.100,0.083 和 0.108。权重的确定是评价结果是否准确的关键^[17],参试品种的评价结果与笔者团队对砂梨品质进行感官打分评价的结果基本一致,说明本研究构

建的砂梨品质评价体系准确、实用。

科学、合理的果实品质评价是对果树品种进行全面评价的基础^[3]。砂梨性状表现包括许多方面,如生长性状、丰产性状、品质性状和抗逆性等^[2-4,19],这些都是品种筛选过程中应该重点研究的方面,因此今后一段时间内将在本研究基础上,继续对‘若光’、‘翠冠’、‘爱甘水’、‘幸水’、‘秋月’、‘彩玉’、‘丰水’、‘王秋’等优质砂梨品种在丰产性、抗逆性等方面进行进一步评价,并尽量扩大调查范围,使所得权重尽可能靠近客观值,准确反映不同砂梨品种的综合特性,为生产和推广提供依据。

4 结 论

运用模糊综合评判法建立了一套砂梨果实品质评价模型,其中单果质量、外观综合评价价值、内质综合评价价值以及可溶性固形物、可溶性糖、维生素 C、石细胞和可滴定酸含量的权重分别为 0.145,0.178,0.164,0.134,0.09,0.100,0.083,0.108;苏南地区在引种及建园时推荐选择‘若光’、‘翠冠’、‘爱甘水’、‘幸水’、‘秋月’、‘彩玉’、‘丰水’、‘王秋’等优质砂梨品种,形成一套涵盖 7 月下旬到 10 月上旬成熟的砂梨品种组合。

[参考文献]

- [1] 萧富慎,王宇霖.中国果树志第三卷·梨[M].上海:上海科学技术出版社,1963:4.
Pu F S, Wang Y L. Chinese fruit tree records 3 · pear [M]. Shanghai: Shanghai Science Technology Press, 1963: 4.
- [2] 彭文莉.湖北省砂梨栽培品种评价研究[D].北京:中国农业科学院,2012:12-17.
Peng W L. Evaluation studies on cultivars of sand pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) in Hubei province [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2012: 12-17.
- [3] 董星光,田路明,曹玉芬,等.我国南方砂梨主产区主栽品种果实品质因子分析及综合评价[J].果树学报,2014,31(5):815-822.
Dong X G, Tian L M, Cao Y F, et al. Factor analysis and comprehensive evaluation of fruit quality in cultivars of *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai from south China [J]. Journal of Fruit Science, 2016, 2014, 31(5): 815-822.
- [4] 董星光,田路明,曹玉芬,等.我国南方优势产区梨品种主要品质性状评价[J].西南农业学报,2012,25(5):1811-1817.
Dong X G, Tian L M, Cao Y F, et al. Early pear variety survey and evaluation in the south of China [J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2012, 25(5): 1811-1817.
- [5] 田 瑞,胡红菊,杨晓平,等.梨果实品质评价因子的选择[J].长江大学学报(自然科学版),2009,6(3):8-11.
Tian R, Hu H J, Yang X P, et al. Selection of factors for evalu-

- ating pear fruit quality [J]. Journal of Yangtze University (Nat Sci Edit), 2009, 6(3): 8-11.
- [6] 鲍江峰, 夏仁学, 邓秀新, 等. 用主成分分析法选择纽荷脐橙品质的评价因素 [J]. 华中农业大学学报, 2004, 23(6): 663-666.
- Bao J F, Xia R X, Deng X X, et al. The quality evaluation factors selection of newhall orange by the principal component analysis [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2004, 23(6): 663-666.
- [7] 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.
- Nie J Y, Li Z X, Li H F, et al. Evaluation indices for apple physicochemical quality [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2012, 45(14): 2895-2903.
- [8] 张海英, 韩涛, 王有年, 等. 桃果实品质评价因子的选择 [J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 235-239.
- Zhang H Y, Han T, Wang Y N, et al. Selection of factors for evaluating peach (*Prunus persica*) fruit quality [J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(8): 235-239.
- [9] 马庆华, 李永红, 梁丽松, 等. 冬枣优良单株果实品质的因子分析与综合评价 [J]. 中国农业科学, 2010, 43(12): 2491-2499.
- Ma Q H, Li Y H, Liang L S, et al. Factor analysis and synthetic evaluation of the fruit quality of Dongzao (*Ziziphus jujuba* Mill.) advanced selections [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2010, 43(12): 2491-2499.
- [10] 李建光, 韩冬梅, 李荣, 等. 广州地区 19 个引进龙眼品种果实品质的评价与分类 [J]. 热带亚热带植物学报, 2010, 18(4): 415-420.
- Li J G, Han D M, Li R, et al. Evaluation and classification on fruit quality of 19 varieties of longan introduced to Guangzhou [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2010, 18(4): 415-420.
- [11] 雷莹, 张红艳, 宋文化, 等. 利用多元统计法简化夏橙果实品质的评价指标 [J]. 果树学报, 2008, 25(5): 640-645.
- Lei Y, Zhang H Y, Song W H, et al. Utilization of multivariate statistics in simplifying the indices of fruit quality evaluation on late orange cultivars [J]. Journal of Fruit Science, 2008, 25(5): 640-645.
- [12] 孙敏红, 赵思东, 袁德义, 等. 不同砂梨品种果实品质分析 [J]. 广东农业科学, 2010(5): 65-66.
- Sun M H, Zhao S D, Yuan D Y, et al. Analysis on fruit quality of different sand pear cultivars [J]. Guangdong Agricultural Science, 2010(5): 65-66.
- [13] 聂继云, 张红军, 马智勇, 等. 聚类分析在我国果树研究中的应用及问题分析 [J]. 果树科学, 2000, 17(2): 128-130.
- Nie J Y, Zhang H J, Ma Z Y, et al. The application of cluster analysis in the fruit research in China and its problem [J]. Journal of Fruit Science, 2000, 17(2): 128-130.
- [14] 聂继云, 李明强, 张桂芬, 等. 白梨品质评价指标的聚类分析 [J]. 中国果树, 2002(2): 16-17.
- Nie J Y, Li M Q, Zhang G F, et al. The application of cluster analysis in the Chinese white pears quality research [J]. China Fruits, 2002(2): 16-17.
- [15] 张晓平. 模糊综合评判理论与应用研究进展 [J]. 山东建筑工程学院学报, 2003, 18(4): 90-94.
- Zhang X P. Advance in fuzzy comprehensive evaluation methods theory and application [J]. Journal of Shangdong University of Architecture and Engineering, 2003, 18(4): 90-94.
- [16] 吴丽萍. 模糊综合评价方法及其应用研究 [D]. 太原: 太原理工大学, 2006: 40-45.
- Wu L P. The study on fuzzy comprehensive evaluation and its application [D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2006: 40-45.
- [17] 张义, 谢永生, 郝明德. 黄土沟壑区王东沟流域苹果品质限制性生态因子探析 [J]. 中国农业科学, 2011, 44(6): 1184-1190.
- Zhang Y, Xie Y S, Hao M D. Limiting ecological factors evaluation of high-quality apple at Wangdonggou watershed in loess gully region [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2011, 44(6): 1184-1190.
- [18] 沈德绪. 南方早熟梨品种特点及栽培要求 [J]. 果农之友, 2000(1): 12-13.
- Shen D X. The characteristic and cultivation requirements of early pear variety in the south of China [J]. Fruit Growers' Friend, 2000(1): 12-13.
- [19] 曹玉芬, 刘凤之, 胡红菊, 等. 梨种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- Cao Y F, Liu F Z, Hu H J, et al. Descriptors and data standard for pear (*Pyrus spp.*) [M]. Beijing: China Agricultural Publishing House, 2006.
- [20] 周建, 赵思东, 杨谷良, 等. 十个砂梨品种果实品质分析与评价 [J]. 北方果树, 2004, 2(3): 6-8.
- Zhou J, Zhao S D, Yang G L, et al. The analysis and evaluation of fruit quality for ten pear cultivars of *Pyrus pyrifolia* [J]. Northern Fruits, 2004, 2(3): 6-8.
- [21] 刘特. 延边苹果梨流通渠道研究 [D]. 吉林延吉: 延边大学, 2015: 27-28.
- Liu T. The study on the channel of circulation of Yanbian apple pear [D]. Yanji, Jilin: Yanbian University, 2015: 27-28.
- [22] 郑秋玲. 渭北苹果园生草栽培中生草草种的初步选择 [D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2009: 49-51.
- Zheng Q L. The preliminary selection of herbage species in the apple orchard in Weibei [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2009: 49-51.
- [23] 黄新忠. 影响南方早熟梨产量与品质的主要因素及其对策 [J]. 中国南方果树, 2002, 31(5): 46-47.
- Huang X Z. Factors affecting the production and fruit quality of early pear variety in south China and the strategies [J]. South China Fruits, 2002, 31(5): 46-47.