

# 穗醋栗种质资源表型多样性分析及鲜食资源评价

顾云娇<sup>1,2</sup>, 赵晨辉<sup>2</sup>, 宋宏伟<sup>2</sup>, 卢明艳<sup>2</sup>, 邵静<sup>2</sup>, 王珊珊<sup>2</sup>, 张冰冰<sup>2</sup>, 梁英海<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 延边大学, 吉林延吉 133002; <sup>2</sup> 吉林省农业科学院果树研究所, 公主岭 136100)

**摘要:**以国家果树种质(公主岭)寒地果树资源圃保存的 88 份穗醋栗资源为研究对象, 分析 21 个表型性状多样性指数、标准差、变异系数和极值, 分析资源表型多样性, 并以百果重、可溶性固形物、风味为指标, 结合口尝鼻嗅评价, 筛选适宜鲜食资源。结果表明, 88 份资源非数值型性状的 Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数变化范围为 0.13~0.74 和 0.46~2.10, 数值型性状的 Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数变化范围为 0.19~0.87 和 0.46~3.16, 21 个性状中, 花序着生状态、果皮厚度、果肉颜色、果实风味、果实质地、百果重、可溶性固形物、花序长度、叶片宽度和叶柄长度的多样性指数较高, 表明穗醋栗资源表型多样性较为丰富。筛选出 5 份鲜食资源: 11C-18(实生后代)、Pigmei、11C-22(实生后代)、大粒甜(Bona)、布劳德(Brodtop)。

**关键词:** 穗醋栗; 表型性状; 多样性; 鲜食; 资源评价

## Phenotypic Diversity Analysis of Currant Germplasm and Evaluation of Fresh Eating Related Traits

GU Yun-jiao<sup>1,2</sup>, ZHAO Chen-hui<sup>2</sup>, SONG Hong-wei<sup>2</sup>, LU Ming-yan<sup>2</sup>, SHAO Jing<sup>2</sup>,  
WANG Shan-shan<sup>2</sup>, ZHANG Bing-bing<sup>2</sup>, LIANG Ying-hai<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Yanbian University, Yanji Jilin 133002, <sup>2</sup> Pomology Institute, Jilin Academy of Agriculture Sciences, Gongzhuling 136100)

**Abstract:** Taking advantage of 88 currant germplasm accessions that are conserved in National Fruit Germplasm Repository (Gong Zhu ling) in Cold Region, China, this study conducted the phenotypic diversity analysis by determining 21 phenotypic traits. That included five traits being associated with the fresh-eating quality (weight per 100 berries, soluble solids and flavor of berries, as well as tasting and sniffing evaluation). We calculated and analyzed the diversity indices, standard deviation, variance and extreme value. The results showed that Simpson index and Shannon-Weaver index of qualitative traits varied from 0.13 to 0.74 and 0.46 to 2.10, respectively. Simpson index and Shannon-Weaver index of quantitative traits ranged from 0.19 to 0.87 and 0.46 to 3.16, respectively. The higher phenotypic diversity was observed at nine traits, including insertion state of inflorescence, thickness of seed-case, flesh color, berry flavor, flesh texture, weight per hundred berries, soluble solids content of berries, inflorescence length, and flower number per inflorescence, suggesting an abundant genetic diversity of the currant germplasm accessions in current collection. Meanwhile, five accessions with potential in breeding for fresh-eating varieties were identified (11C-18, seedling offspring; Pigmei; 11C-22, seedling offspring; Bona; Brodtop).

**Key words:** currant; phenotypic traits; diversity; fresh eating; resource evaluation

穗醋栗为茶藨子科 (Grossulariaceae) 茶藨子属 (*Ribes* L.) 落叶小灌木。全世界大约有 150 个种, 主要分布在北半球寒带至温带地区<sup>[1]</sup>。

穗醋栗果实富含多种维生素、类黄酮、花青素及各种无机元素, 具有较高的营养价值、经济价值及医学保健功能<sup>[2]</sup>。主要用于加工, 以穗醋栗果实为原

收稿日期: 2017-12-22 修回日期: 2018-05-24 网络出版日期: 2018-07-16

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20180713.1754.003.html>

基金项目: 寒地果树种质资源收集、编目与利用(111821301354052004); 寒地果树种质资源平台(NICGR2018-59)

第一作者研究方向为小浆果种质资源与分子生物技术研究。E-mail: 1109912218@qq.com

通信作者: 梁英海, 研究方向为小浆果种质资源与生物技术研究。E-mail: yinghailiang365@sina.com

张冰冰, 研究方向为果树种质资源。E-mail: zhb4005@163.com

料,可以加工为原果汁、发酵果汁、浓缩果汁等初级产品,在此基础上可进一步加工为各种果酱、果冻、果酒、饮料,这一系列产品色泽艳丽、风味优美,营养也较为丰富。另外,目前国外已选育出几十个品种用于生产<sup>[3]</sup>,主要为适宜加工品种。考虑穗醋栗果实营养保健功能和鲜食果实多样化需求,欧洲已开展适宜鲜食穗醋栗品种选育工作,我国也陆续着手开展穗醋栗育种工作,并取得一定进展<sup>[4-5]</sup>。

本试验在完成穗醋栗资源收集保存、鉴定评价基础上,重点开展了穗醋栗资源表型多样性研究,同时

评价挖掘出适宜鲜食穗醋栗资源。为穗醋栗种质资源研究、新品系(种)选育及产业发展提供基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验在吉林省农业科学院果树研究所进行,供试材料为吉林省农业科学院果树所国家果树种质(公主岭)寒地果树资源圃收集和保存的 88 份穗醋栗资源(表 1)。于 2011-2012 年对穗醋栗的表型性状进行调查,每个性状数据调查进行 3 次生物学重复。

表 1 穗醋栗供试材料

Table 1 The currant accessions used in this study

种质名称 Germplasm name	学名 Academic name	种质类型 Germplasm type	原产地 The place of origin	百果重(g) Weight per hundred berries	可溶性固形物(%) Soluble solids content	风味 Berry flavour
Baldwin	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	60.80	11.30	极酸
Bialogiskaja Stodkaja	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	102.25	12.10	酸
Black Reward	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	49.79	7.55	极酸
Black Smith	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	85.20	12.00	酸
Derlaj	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	89.25	12.35	酸
Swedish Black	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	65.00	13.17	极酸
Karilla	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	69.60	12.49	甜酸
未知 1	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	55.26	9.60	酸
Ojebyn	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	74.25	11.81	酸甜
Roodknop	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	73.40	12.74	极酸
Triton	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	68.40	13.15	酸
未知 2	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	184.00	13.68	酸
PC-36	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	132.45	9.85	极酸
Risager	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	97.35	10.85	酸
黑金星(Ben Nevis)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	137.20	9.80	极酸
黑丰(Fortodi)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	89.06	12.45	极酸
拜尔温	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	73.70	12.95	甜酸
黑司蜜	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	59.60	13.83	酸
路德克(Roodknop)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	98.25	8.75	极酸
早生黑(Blackdown)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	88.20	9.90	酸甜
绥棱红穗	<i>Ribes sativum</i> ( Rchb. )Syme	选育品种	波兰	41.95	8.00	酸
红穗醋栗(吉农)	<i>Ribes sativum</i> Syme.	选育品种	波兰	58.70	9.00	极酸
利桑佳	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	74.00	13.27	酸
黑珍珠(Ben Lomond)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	143.90	10.85	酸甜
门德克	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	76.25	12.45	甜酸
奥依宾(Ojebyn)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	88.40	12.67	甜酸
布劳德(Brodtop)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	134.09	11.65	酸甜
大粒甜(Bona)	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	156.54	11.45	酸
瑞典黑	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	69.15	9.95	极酸
晚丰	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	波兰	172.77	11.20	极酸
Y96-9-4	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	俄罗斯	178.10	9.60	酸
金穗醋栗	<i>Ribes aureum</i> Purch.	选育品种	俄罗斯	96.84	11.62	酸甜
Pigmei	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	俄罗斯	147.15	13.01	酸甜
红穗(绥引 2)	<i>Ribes sativum</i> ( Rchb. )Syme	选育品种	俄罗斯	43.88	7.10	极酸
红穗(绥引 1)	<i>Ribes sativum</i> ( Rchb. )Syme	选育品种	俄罗斯	45.75	6.95	极酸
白穗醋栗 1	<i>Ribes sativum</i> ( Rchb. )Syme	选育品种	俄罗斯	66.64	13.66	酸甜
白穗醋栗 2	<i>Ribes sativum</i> ( Rchb. )Syme	选育品种	俄罗斯	44.70	13.45	极酸

表1(续)

种质名称 Germplasm name	学名 Academic name	种质类型 Germplasm type	原产地 The place of origin	百果重(g) Weight per hundred berries	可溶性固形物(%) Soluble solids content	风味 Berry flavour
80-1-1	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	中国牡丹江	70.50	9.63	酸
长穗厚皮	<i>Ribes nigrum</i> L.	地方品种	中国牡丹江	64.70	13.00	酸
非亮叶厚皮	<i>Ribes nigrum</i> L.	地方品种	中国牡丹江	89.50	11.35	极酸
亮叶	<i>Ribes nigrum</i> L.	地方品种	中国牡丹江	68.02	11.73	酸甜
算盘子	<i>Ribes nigrum</i> L.	地方品种	中国牡丹江	82.90	12.38	极酸
薄皮亮叶	<i>Ribes nigrum</i> L.	育成品种	中国牡丹江	51.25	10.90	极酸
亮叶厚皮	<i>Ribes nigrum</i> L.	地方品种	中国牡丹江	87.60	11.30	酸
薄皮	<i>Ribes nigrum</i> L.	地方品种	中国牡丹江	71.45	10.80	极酸
寒丰	<i>Ribes nigrum</i> L.	选育品种	中国牡丹江	99.25	11.75	酸
东农大粒	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国哈尔滨	113.60	11.15	酸甜
17-29	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国哈尔滨	132.30	13.23	极酸
01	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国长春	65.80	13.40	酸
02	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国长春	83.85	13.44	极酸
03	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国长春	83.85	14.15	酸
04	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国长春	90.30	12.45	极酸
57-58	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国长春	44.00	8.10	极酸
新宾	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国长春	102.83	11.20	酸
54-55	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	107.83	7.70	极酸
88-3	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	89.05	12.10	极酸
88-4	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	105.44	12.33	酸
88-6	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	83.65	12.25	酸甜
88-10	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	121.60	11.78	酸甜
89-1	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	80.73	11.65	极酸
89-2	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	92.90	12.85	酸
89-5	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	119.45	13.20	酸
89-6	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	88.45	12.16	酸
89-7	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	80.70	12.35	极酸
90-1	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	84.92	11.77	酸
90-7	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	89.15	12.85	酸
90-8	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	138.15	12.07	酸
90-10	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	95.35	13.46	酸
90-12	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	71.45	8.65	极酸
90-9	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	77.65	12.26	酸
1-1	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	179.75	14.35	酸甜
1-2	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	167.35	17.15	酸甜
11C-3	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	84.48	11.95	极酸
11C-4	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	127.80	14.45	甜
11C-5	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	150.50	16.35	极酸
11C-6	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	162.55	18.15	极酸
11C-9	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	142.10	13.10	极酸
11C-10	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	185.80	14.70	极酸
11C-12	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	155.25	15.70	极酸
11C-13	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	128.55	15.95	极酸
11C-16	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	110.25	13.65	甜
11C-17	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	135.05	13.70	极酸
11C-18	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	147.50	16.05	甜酸
11C-22	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	207.75	12.90	甜
11C-23	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	158.80	13.30	极酸
11C-24	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	160.45	12.75	极酸
11C-25	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	193.25	12.05	甜
11C-65	<i>Ribes nigrum</i> L.	品系	中国公主岭	139.25	14.95	甜酸

## 1.2 方法

农艺学性状、植物学性状的调查时期依据《穗醋栗种质资源描述规范和数据标准》进行;果实表型性状多样性评价以《穗醋栗种质资源描述规范和数据标准》<sup>[1]</sup>为参考。

穗醋栗种质资源表型性状,其中,植物学性状 7 个:叶柄长度、叶片长度、叶片宽度、花序着生状态、花序长度、花冠色泽、每花序花数;果实经济性状 14 个:百果重、果实形状、果实整齐度、果实萼片、果粉、果皮腺点、果实颜色、果实香气、果实硬度、果皮厚度、果肉颜色、果实风味、果实质地、可溶性固形物含量,共计 21 个。分别进行赋值,将非数值型性状数值化。

根据各样本容量确定组数,再由极差和组数确定组距,将数据分组,分别计算出各数值型性状的平均值、标准差、最大值、最小值、变异系数、Simpson 遗传多样性指数、Shannon-Weaver 遗传多样性指数;各非数值型性状的 Simpson 遗传多样性指数、Shannon-Weaver 遗传多样性指数。

Shannon-Weaver 遗传多样性指数、Simpson 遗传多样性指数越高,表示生物多样性越丰富。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2,$$

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

其中  $D$  为 Simpson 遗传多样性指数; $H$  为 Shannon-Weaver 多样性指数,单位为 nit。式中  $S$  为样本个体数目, $P_i$  为属于组  $i$  的个体在全部个体中的比例<sup>[6]</sup>。

表 2 非数值型性状的遗传多样性指数

Table 2 Genetic diversity index of qualitative traits

性状 Traits	样本个数 Accession number in one sample	Simpson 指数 $D$	Shannon-Weaver 指数 $H$
果实形状 Berry shape	88	0.23	0.75
花序着生状态 State of inflorescence	64	0.59	1.39
花冠色泽 Flower crown color	64	0.37	1.09
果实整齐度 Regularity of berry	88	0.13	0.46
果实萼片 Sepal of berry	88	0.23	0.61
果粉 Berry powder	88	0.18	0.48
果皮腺点 Gland dot of berry coat	88	0.41	1.06
果皮颜色 Color of berry coat	88	0.47	1.32
果实香气 Berry aroma	88	0.43	1.08
果皮厚度 Thickness of seedcase	88	0.52	1.18
果肉颜色 Flesh colour	88	0.66	1.77
果实风味 Berry flavour	88	0.74	2.10
果实质地 Flesh texture	88	0.62	1.47

选择百果重大于 90 g、可溶性固形物在 10% 以上且风味为酸、酸甜或甜的资源,即对百果重、可溶性固形物和风味 3 个性状均符合要求的资源取交集,作为适宜鲜食候选资源。以蓝莓<sup>[7]</sup>、树莓<sup>[8]</sup>、西红柿<sup>[9]</sup>果实鲜食评价方法为参考,对候选穗醋栗鲜食果实整体喜好和风味强度进行评价。

对获得的适宜鲜食候选资源,请 7 名评尝员对每一份样品通过口尝和鼻嗅的方法进行评尝,评尝项目包括风味(微甜、甜、酸甜、甜酸、酸、极酸)、涩味(无、轻、重)、果实香味(无、微、浓)、果实香气(无、淡、中、浓),最终对鲜食品质评价赋分,满分为 10 分(9.0~10.0 为极优、7.0~8.9 为优、5.0~6.9 为良、3.0~4.9 为较差、1.0~2.9 为差)。

## 2 结果与分析

### 2.1 表型多样性分析

**2.1.1 表型多样性指数分析** 由表 2 可知,供试材料 13 个非数值型性状 Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数变化范围分别为 0.13~0.74 和 0.46~2.10,其中花序着生状态、果皮厚度、果肉颜色、果实风味、果实质地 5 个性状多样性指数高,Simpson 指数以果实风味最高,为 0.74,表明该性状多样性较高,其 Shannon-Weaver 指数也是最高,为 2.10,表明性状间分布均匀;果实质地的 Simpson 和 Shannon-Weaver 指数亦较高,分别为 0.62 和 1.47,表型多样性较为丰富,且性状间分布较均匀,其中质地为中的占 44%,软的为 39%,质地硬的资源较少;果实整齐度的 Simpson 指数、Shannon-Weaver 指数最低,分别为 0.13 和 0.46,说明多样性较差。

对 8 个数值型性状分析(表 3)表明,其 Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数变化分别为 0.19 ~ 0.87 和 0.46 ~ 3.16,其中的百果重、可溶性固形物、花序长度、叶片宽度和叶柄长度 5 个性状多样性指数高,其中以百果重的多样性指数最高,分别为

0.87 和 3.16,表型多样性丰富而且性状间分布也较均匀;果实硬度的 Simpson 指数和 Shannon-Weaver 指数最低,分别为 0.19 和 0.46,多样性较差,且性状间分布不均匀。

表 3 数值型性状平均值、标准差、极值、变异系数及遗传多样性指数

Table 3 Mean, standard deviation, extreme value, coefficient of variation and genetic diversity index for numeric traits

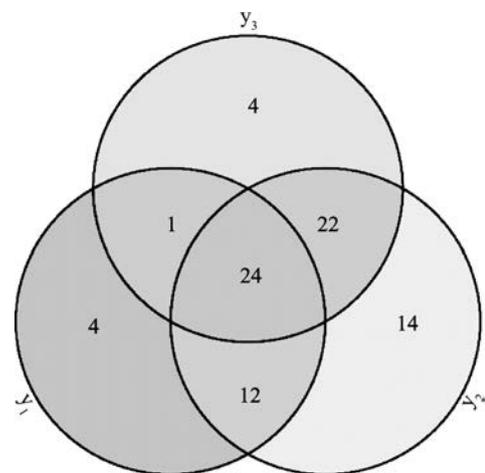
性状 Traits	平均值 Mean	标准差 SD	最大值 Max.	最小值 Min.	变异系数(%) CV	Simpson 指数 D	Shannon-Weaver 指数 H
百果重(g) Weight per hundred berries	102.91	40.43	207.75	41.95	39.94	0.87	3.16
可溶性固形物(%) Soluble solids content	12.12	2.13	18.15	6.95	17.57	0.82	2.75
果实硬度(Pa) Berry firmness	0.12	0.20	1.88	0.00	164.02	0.19	0.46
花序长度(cm) Inflorescence length	4.80	1.51	9.49	2.73	31.34	0.80	2.62
每花序花数 Average of flower number in each inflorescence	8.29	4.39	23.15	1.80	52.95	0.73	2.28
叶片长度(cm) Leaf blade length	9.11	1.40	12.79	5.16	15.37	0.77	2.37
叶片宽度(cm) Leaf blade width	9.93	1.63	13.08	5.27	16.37	0.81	2.66
叶柄长度(cm) Leaf stalk length	3.77	0.95	6.47	1.86	25.21	0.80	2.48

**2.1.2 标准差、变异系数和极值分析** 由表 3 可知:同一性状的变异系数,以果实硬度最大,为 164.02%,标准差为 0.20,平均值为 0.12,其次是每花序花数,为 52.95%。百果重的变异系数较大,为 39.94%,标准差为 40.43,但是平均值为 102.91 g,小于 100 g 的约占 62%,其中百果重最小的资源是绥棱红穗,为 41.95 g;百果重最大的资源是 11C-22,为 207.75 g。可溶性固形物、叶片长度、叶片宽度的变异系数较小,以叶片长度的最低,为 15.37%。

## 2.2 鲜食资源筛选与评价

在供试材料中,有 41 份资源百果重大于 90 g,72 份资源可溶性固形物大于 10%,51 份资源果实风味为酸、酸甜、甜酸、甜。以这些资源为候选资源作维恩图(图 1),结果表明:大粒甜(Bona)、东农大粒、布劳德(Brodop)、晚丰、黑珍珠(Ben Lomond)、密穗(Risager)、金穗醋栗、Bialogiskaja Stodkaja、未知 2、PC-36、Pigmei、88-4、89-5、88-10、90-10、90-8、

11C-4、11C-16、11C-18、11C-22、11C-25、11C-65、1-1、1-2 共 24 份资源符合要求。



y1:百果重;y2:可溶性固形物;y3:果实风味  
y1: Hundred berries weight, y2: Soluble solids content, y3: Berry flavour

图 1 适宜鲜食资源初步筛选维恩图

Fig. 1 Venn diagram of three fresh-eating related traits

### 2.3 适宜鲜食穗醋栗评价

对 2.2 筛选出的 24 份资源进行评价, 筛选出适

宜鲜食的穗醋栗种质资源为: 11C-18、Pigmei、11C-22、大粒甜(Bona)、布劳德(Brodrops)(表 4)。

表 4 适宜鲜食的穗醋栗资源表型性状与综合评分

Table 4 Phenotypic variations at five fresh-eating related traits

名称 Name	百果重(g) Weight per hundred berries	可溶性固形物(%) Soluble solids content	风味 Berry flavour	涩味 Astringency	香味 Fragrance	综合评分 Composite Score
11C-18	147.50	16.05	甜	无	微	8.4
Pigmei	147.15	13.01	酸甜	无	微	8.14
11C-22	207.75	12.90	甜酸	无	无	7.9
大粒甜(Bona)	156.54	11.65	酸甜	无	无	7.8
布劳德(Brodrops)	134.09	11.45	酸甜	无	微	7.6

其中以 11C-18 的综合评分最高, 为 8.4; Pigmei 次之, 为 8.14; 11C-22、大粒甜(Bona)、布劳德(Brodrops)综合评分较低, 分别为 7.9、7.8、7.6。

## 3 讨论

### 3.1 穗醋栗表型多样性研究意义重大

表型性状既具有变异性又具有稳定性, 受其本身的遗传组成和生态环境两方面的影响, 是生物适应其生态环境的表现形式<sup>[10-11]</sup>。表型多样性研究不仅有利于指导资源学家收集评价资源, 为育种家提供新品种选育亲本资源, 还是开展基因型与表型互作相关研究的基础。

James Hutton 研究所发现, 穗醋栗在现有的遗传基础上具有相当大的改进空间。由最初选育抗霜寒、抗虫螨、植株适于机械采收品种<sup>[5]</sup>, 逐渐发展为同时考虑果实品质、果实营养、果实风味, 即兼顾了穗醋栗生产、采收、加工和鲜食等各方面的育种目标。这就需要对穗醋栗表型多样性有较为全面深入的研究。

另外, 表型性状深入评价是分子遗传学、分子生物学研究的基础。Pribylová 等<sup>[12]</sup>在捷克通过对穗醋栗的表型调查发现了穗醋栗返祖病的症状, 从而对穗醋栗进行分子水平上的相关试验。

自 1986 年开始至今, 依托国家果树种质(公主岭)寒地果树资源圃, 对寒冷地区小浆果资源进行了收集评价利用, 编写了《穗醋栗种质资源描述规范和数据标准》, 促进了穗醋栗资源标准化整理整合和共享利用, 为对穗醋栗深入研究奠定坚实基础。

### 3.2 穗醋栗适宜鲜食资源鉴定评价

本研究在对穗醋栗植物学性状和果实经济性状评价基础上, 重点进行了果实鲜食品质评价。近些年, 国内蓝莓、树莓等小浆果生产发展迅猛。穗醋栗

作为重要小浆果树种之一, 不仅果实营养成分丰富, 尤其维生素 C 的含量非常高, 是苹果的 20~30 倍, 草莓的 3~4 倍, 花青素含量甚至高于蓝莓<sup>[13-14]</sup>, 又因较之蓝莓, 穗醋栗更易于栽培管理<sup>[15-16]</sup>, 在北欧、北美各国有较大生产面积和消费市场<sup>[17]</sup>。在我国因穗醋栗果实鲜食较酸, 加工品市场潜力尚未充分开发, 穗醋栗生产规模较小。本研究中评价筛选出 5 份适宜鲜食资源: 11C-18、Pigmei、11C-22、大粒甜(Bona)、布劳德(Brodrops), 可为生产提供利用。同时对其他小浆果鲜食评价提供参考。

从 88 份资源中仅评价筛选出 5 份资源较适宜鲜食, 表明适宜鲜食的穗醋栗资源不丰富, 这与穗醋栗果实固有特性、人工选育目标(培育适合加工的品种)等多种因素有关, 选育出优质鲜食品种难度较大。

优异资源不仅具有优良的鲜食性状, 还要具有较强的抗性和丰产性。本研究评鉴筛选出的 5 份适宜鲜食资源, 今后还应对其深入开展抗性和丰产性以及果实功能成分鉴定评价研究, 最终筛选出综合性状优良的穗醋栗资源, 为社会提供共享利用, 以推进相关科研及产业发展。

### 参考文献

- [1] 张冰冰, 宋宏伟, 梁英海, 张艳波, 陶蕊, 李峰, 高玉江. 穗醋栗种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [2] 张亚楼, 温浩. 黑穗醋栗营养成分及保健功能研究进展. 国外医学: 卫生学分册. 2004, 31(2): 108-111
- [3] Jung K, Fastowski O, Poplaccan I, Engel K H. Analysis and sensory evaluation of volatile constituents of fresh blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) fruits. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2017, 65(43): 9475-9487
- [4] Pluta S, Zurawicz E. Dessert-type cultivars of blackcurrant (*Ribes nigrum* L.)-new breeding aiming at the RIFP, Skierniewice, Poland. 吉林农业大学学报, 2009, 31(5): 481-485
- [5] 梁英海. 黑穗醋栗品种资源评价. 长春: 吉林农业大学, 2004
- [6] 张冰冰, 宋宏伟, 刘慧涛, 梁英海, 李奥渤. 寒地梨种质资源表

- 型多样性研究. 果树学报, 2009, 26(3): 287-293
- [7] 刘克宁, 李公存, 顾海燕, 苏佳明, 赵明. 蓝莓核心种质资源评价. 山东农业科学, 2011(1): 20-23
- [8] 杜鹏飞. 树莓种质资源农艺学性状评价和再生体系建立的初步摸索. 哈尔滨: 东北农业大学, 2009
- [9] Tieman D, Zhu G, Resende M F J, Lin T, Nguyen C, Bies D, Rambla J L, Beltran K S, Taylor M, Zhang B, Ikeda H, Liu Z, Fisher J, Zemach I, Monforte A, Zamir D, Granell A, Kirst M, Huang S, Klee H. A chemical genetic roadmap to improved tomato flavor. *Science*, 2017, 355(6323): 391-394
- [10] 江锡兵, 龚榜初, 刘庆忠, 陈新, 吴开云, 邓全恩, 汤丹. 中国板栗地方品种重要农艺性状的表型多样性. 园艺学报, 2014, 41(4): 641-652
- [11] 冯章丽, 于文全, 顾广军, 刘畅, 卜海东, 程显敏, 刘延杰, 董雪梅, 邢星. 东北部分地区山荆子种质资源表型多样性及聚类分析. 植物遗传资源学报, 2016, 17(6): 984-992
- [12] Pribylová J, Spak J, Kubelková D. Mixed infection of black currant (*Ribes nigrum* L.) plants with Blackcurrant reversion associated virus and rhabdovirus-like particles with symptoms of black currant reversion disease. *Acta Virologica*, 2002, 46(4): 253-256
- [13] 王福德. 黑穗醋栗的研究进展. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2009, 22(4): 31-33
- [14] Varming C, Petersen M A, Poll L. Comparison of isolation methods for the determination of important aroma compounds in black currant (*Ribes nigrum* L.) juice, using nasal impact frequency profiling. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2004, 52(6): 1647-1652
- [15] 杨国慧, 霍俊伟, 睢薇. 黑穗醋栗抗冻害能力的研究. 东北农业大学学报, 2002(1): 29-33
- [16] 宋洪伟, 王忠伟. 醋栗及穗醋栗对白粉病抗性的研究. 北方园艺, 1994(2): 19-20
- [17] 睢薇, 霍俊伟, 杨国慧. 稳步发展穗醋栗, 促进黑龙江省经济发展. 北方园艺, 2001(5): 20-21

## 欢迎订阅 2019 年《中国生态农业学报》

《中国生态农业学报》由中国科学院遗传与发育生物学研究所和中国生态经济学会主办, 中国科学院主管, 科学出版社出版。系中国期刊方阵双效期刊、中国科技精品期刊、百种中国杰出学术期刊、中文核心期刊、RCCSE 中国权威学术期刊。主要报道全球环境变化与农业、农业生态系统与生态农业理论基础、农田生态系统与农业资源、生态农业模式和技术体系、农业生态经济学、农业环境质量及环境保护、农业有害生物的综合防治等领域创新性研究成果。

月刊, 每期定价 35 元, 全年 420 元。国内外公开发行, 国内刊号 CN13-1315/S, 国际刊号 ISSN1671-3990。邮发代号: 82-973, 全国各地邮局均可订阅。漏订者可直接汇款至编辑部补订(需另加邮资 50.00 元/年)。

地址: 河北省石家庄市槐中路 286 号中科院遗传发育所农业资源研究中心《中国生态农业学报》编辑部

邮编: 050022

电话: 0311-85818007

传真: 0311-85815093

E-mail: editor@sjziam.ac.cn

网址: <http://www.ecoagri.ac.cn>

## 欢迎订阅 2019 年《大麦与谷类科学》

《大麦与谷类科学》由江苏省农业科学院主管, 江苏沿海地区农业科学研究所主办, 是中国作物学会大麦专业委员会与江苏省农学会农作物类科技期刊。本刊是《中国期刊全文数据库》、《中文科技期刊数据库》、《中国核心期刊(遴选)数据库》、超星期刊域出版平台全文收录期刊、《中国学术期刊综合评价数据库》统计源期刊, 江苏省期刊质量 A 级学术期刊。主要报道大麦、小麦、水稻、玉米、高粱、燕麦、谷子等禾谷类作物的研究动态和科技进展。

国内外公开发行, 国内统一刊号 CN32-1769/S, 国际刊号 ISSN 1673-6486。双月刊, 国内每期定价 10.00 元, 全年 60 元。本刊开展广告业务, 四封及插页刊登广告, 彩色印刷。

地址: 江苏省盐城市开放大道北路 9 号

邮编: 224002

电话: 0515-88330625

E-mail: damkx@163.com

网址: <http://dmkx.cbpt.cnki.net>