

古丽江·许库尔汗,张东亚,孙雅丽,等. 蓝果忍冬生物学特性及6个品种经济性状比较[J]. 江苏农业科学,2017,45(11):93-96.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.11.025

蓝果忍冬生物学特性及6个品种经济性状比较

古丽江·许库尔汗,张东亚,孙雅丽,陈同森,阿依古丽·铁木儿,安 鹭
(新疆林业科学院,新疆乌鲁木齐 830000)

摘要:在相同栽培管理水平条件下,对6个蓝果忍冬(*Lonicera caerulea* L.)品种进行形态特征、物候期观察,测定各品种外部经济性状和果实营养成分,并进行比较分析。结果表明,各品种物候期间差异不大,果实成熟期有2~3 d的差异,这在大面积生产中有利于机械化采摘;外部经济性状中,单果质量与果实纵径、果实横径具有显著正相关关系,相关数分别为0.377、0.378;百果质量与单果质量之间存在显著的正相关关系,相关数为0.363。蓝果忍冬果实可溶性糖与花青素、可溶性蛋白、糖酸比品质指标之间具有极显著正相关关系,相关系数分别为0.684、0.628、0.956。伊利亚达、瓦修甘斯卡亚和蔚蓝等3个品种的生长量明显高于其他品种,外部经济性状和营养成分具有一定的差异,但差别不大,适宜在新疆地区推广。

关键词:蓝果忍冬;生物学特性;物候期;引种;经济性状

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)11-0093-04

蓝果忍冬(*Lonicera caerulea* L.)为忍冬科(Caprifoliaceae)忍冬属植物,落叶灌木,高0.5~3.0 m,在海拔2 600~3 500 m的区域适宜生长。蓝果忍冬主要分布在我国吉林省长白山、黑龙江省大兴安岭东部山区以及内蒙古自治区、河北省、山西省、宁夏回族自治区、甘肃省南部、青海省、四川省北部及云南省西部等地,此外,在俄罗斯远东地区、日本及朝鲜北部等地都有分布。它是一种新兴的小浆果资源,果实富含糖类、有机酸、维生素和多种微量元素,具有很高的营养保健价值,近几年来它吸引着人们的注意力,在小浆果类灌木中占据了很重要的位置。蓝果忍冬5月底6月初成熟,是成熟较早的小浆果。大部分品种在露地草莓成熟之前被采摘和加工。蓝果忍冬具有很强的抗寒性,它的花能抗晚霜的危害,

生长期对温度没有特殊的要求。

俄罗斯是蓝果忍冬研究较早的国家,从20世纪50年代开始俄罗斯小浆果专家开展了蓝果忍冬的育种工作,当时主要是从野生株系中进行选优,重点放在有性杂交育种研究中,试图把不同种和亚种具有的抗寒、甜味、不易落果等优良性状通过杂交育种的方法集中到一个品种上表现。俄罗斯当前的育种目标是选育出具有高度抗寒性、早熟、果实酸甜适口、丰产、大果、熟期一致、不落果、黄酮等生物活性物质含量较高的优良品种。到1998年末,俄罗斯已有盖尔达、蓝色纺锤等17个品种通过国家认定,这些品种均有丰产、大果、抗寒、味甜等特点,已广泛应用推广。我国对蓝果忍冬的研究起步较晚,北方一些地区先后开展了新品种引种及栽培技术研究工作,主要集中在栽培特性、形态特征与系统分类、药用价值、解剖学和细胞学角度等方面开展,并且在研究中发现蓝果忍冬果实富含对胃肠和偏头痛具有特殊功效的成分,这一发现激起了人们引进和种植蓝果忍冬的积极性。

1 材料与与方法

1.1 材料

试验材料为伊利亚达(Yiyada)、瓦修甘斯卡亚(Vacu-

收稿日期:2016-03-16

基金项目:科技部国际科技合作项目(编号:2014DFR31070)。

作者简介:古丽江·许库尔汗(1966—),女,新疆阿勒泰人,硕士,高级工程师,从事抗寒小浆果资源引种栽培及品种选育研究。Tel:(0991)4656522;E-mail:guljan66@126.com。

通信作者:张东亚,硕士,研究员,从事经济林及绿化观赏树种引种选育及栽培研究。Tel:(0991)4656176;E-mail:zdywah998@126.com。

- [12] Jia X, Li A, Jun J, et al. Investigation on the morphological characteristics of dendrobium officinale plantlets propagated from different explants[J]. *Agricultural Biotechnology*, 2014, 36(5): 11-14.
- [13] 赵菊润,张治国. 铁皮石斛产业发展现状与对策[J]. *中国现代中药*, 2014, 16(4): 277-279, 286.
- [14] 罗金明. 铁皮石斛产业及市场发展初探[J]. *中国中药杂志*, 2013, 38(4): 472-474.
- [15] 吴韵琴, 靳金平. 铁皮石斛产业现状及可持续发展的探讨[J]. *中国中药杂志*, 2010, 35(15): 2033-2037.
- [16] 姜武, 陈松林, 吴志刚, 等. 人工栽培铁皮石斛品质评价[J]. *浙江农业科学*, 2016, 57(6): 836-837.
- [17] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 化学工业

出版社, 2009: 266-267.

- [18] 吕献康, 徐春华, 舒小英. 3种石斛的光合特性研究[J]. *中草药*, 2004, 35(11): 1296-1298.
- [19] 沈宗根, 陈翠琴, 王岚岚, 等. 3种石斛光合作用和叶绿素荧光特性的比较研究[J]. *西北植物学报*, 2010, 30(10): 2067-2073.
- [20] 张玲菊, 高亭亭, 章晓玲, 等. 5个种源铁皮石斛的光合特性[J]. *浙江农林大学学报*, 2013, 30(3): 359-363.
- [21] 姜殿强, 刘再华, 申宏岗, 等. 岩溶生态环境条件下不同生境铁皮石斛多糖含量的比较研究[J]. *中国岩溶*, 2007, 26(3): 226-229.
- [22] 姜殿强. 岩溶生态环境条件下石生和树生铁皮石斛生长的对比研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2007.

ganskaya)、北日勒(Berel)、巴克恰尔斯卡亚(Bakqarskaya)、蔚蓝(Lazurnaya)、火红蛋白石(Ogney opal)等6个蓝果忍冬品种,2012年黑龙江省黑河市中俄林业科技合作园区引进2~3年生苗,以1 m×2 m的株行距定植在新疆乌鲁木齐县水西沟试验地,并进行常规管理。

试验基地所在地乌鲁木齐市位于42°~44°N,86°~88°E,地处欧亚大陆腹地,乌鲁木齐深处大陆腹地,属于中温带大陆干旱气候区,年平均降水量236.4 mm。最暖的7、8月平均气温为25.7℃,无霜期150~190 d。最冷的1月平均气温为-15.2℃。极端气温最高47.8℃,最低-41.5℃;≥10℃的有效积温2 800℃·d;日照强度时数2 006.2 h;土壤pH值7.0~7.3。

1.2 观察内容与测定方法

1.2.1 物候期 2016年春季3月底至10月中旬对6个品种蓝果忍冬进行萌动期、芽膨大期、展叶期、开花期、坐果期、果膨大期、果着色期、果实成熟和落叶期等物候期观测,观察方法为在主要物候期每1 d观察1次,果膨大期每2 d测量1次。每个品种选10株,定株、定期、定时观察记载。新生点顶破芽鳞时为萌芽期,萌芽后出现新叶时为展叶期;开5%花为始花期,开50%花为盛花期,开90%花为末花期。

1.2.2 植物学性状 落叶后用直尺测定新梢生长量,并调查基生枝萌发数,每个品种调查10株,3次重复。

1.2.3 果实品质 于果实充分成熟时,进行果实品质测定。用称质量法测定单果质量和百果质量,测定纵横径,并计算果形指数。用手持式折射仪测定果实可溶性固形物含量,可溶性糖含量的测定参照邹琦的蒽酮比色法^[1],总酸度含量测定参照黄晓钰等的方法^[2],维生素C含量测定参照李合生的方法^[3],花青素含量参照韩振海等的测定法^[4],可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝G-250染色法^[1]。

2 结果与分析

2.1 生物学特性

2.1.1 株丛 蓝果忍冬生长直立,是具有很多旺盛基生枝的小浆果类灌木。高0.8~1.6 m,冠幅1.3~2.0 m,大部分株丛树冠呈扁平的圆形、半球形、圆形和椭圆形。株丛生长7~8年才达到盛果期。枝条木质化,有结节、分枝。每丛灌木有10~15个枝条。株丛地下部分的再生休眠芽(高于根茎部的芽)有时候从株丛周围长出3~5条木质化程度较高的枝条,它们的高度一般在50~90 cm,但不是很典型。

2.1.2 枝条 蓝果忍冬枝条颜色为褐色带些黄色或红色、灰色。2~3年生的灌丛木质部有纵向的条纹,这是它的一种生物学特性。前一年的芽长出嫩枝,称为分支嫩枝,一般长度在5~35 cm,从其腋芽基部长出花朵,然后长出果实。夏季嫩枝分化花芽,形成下一年的产量。

2.1.3 嫩枝 嫩枝的颜色和绒毛是蓝果忍冬各品种之间区别的一种特别性状。嫩枝有绿色、淡褐色、甚至红褐色等。这可能与树皮着色的花青素有关。嫩枝上的绒毛有软的或者较硬的,有些嫩枝上有可能无绒毛。

2.1.4 芽 蓝果忍冬的芽比较大,外面包了1层较硬的鳞片,它位于嫩枝上面,每张叶片的腋不仅有1个芽,有些品种有2~3个芽。枝条下部与中部的芽像上部一样具有花芽的

胚胎并且第2年开放。上部的芽只有营养生长,保持休眠,2~5年后它可能开始萌芽长出嫩枝。

2.1.5 叶 蓝果忍冬的叶简单而完整,有完整的叶边。形状各异:有圆形的、椭圆形的、卵形的、倒卵形的、柳叶形的等。叶片的颜色淡绿色、浅灰蓝色,深绿色的也很常见。叶片背面有可能有绒毛。许多蓝果忍冬品种具有较大的盘状托叶,特别是在嫩枝上。蓝果忍冬的托叶秋季叶片落叶时不脱落,而且于暗色树皮的枝条上能留住1~2年。

2.1.6 花 蓝果忍冬的花很大,长1~2 cm,颜色从淡黄色到绿色不同。它的聚合双花序花冠的形状呈管形或管状漏斗形、高脚杯形。柱头雌蕊突出,与花冠的边界较远,而雄蕊隐藏在或稍微靠花冠的里面,子房下方,不大,长3~8 mm,具有将来果实的形状,有包片,就像2张很小的叶片^[5]。

2.1.7 果实 蓝果忍冬的果实为复果,从包片中长出来。果实的形状各异:有圆形的、椭圆形的、圆柱形的、纺锤形的等。果实表面平滑或有各种凹凸不平形状。每个品种果实形状不一样。有时授粉情况不理想子房里长出稀奇古怪的不规则的果实形状。果实表面有深蓝色,带有较厚的蜡状果粉,有点像蓝莓。果实味道酸甜,带有忍冬清香味。果实单果,果柄5~15 mm长,它的果柄牢固程度不一样,有的一碰就落果,有的不易落果。如果果实成熟后不落果,一直挂在枝头上,说明果柄牢固度较强,这种特性对果实的一次性采摘非常有利。蓝果忍冬果实的大小差异较大:有的长度达12~40 mm,直径6~15 mm,质量较轻,在0.5~1.5 g。果实质量在0.6 g及以下为小果,0.7~0.9 g为中等果实,1.0 g左右为大果。每个果实里最多有20粒种子,种子的数量取决于授粉情况。种子褐色,圆形,扁平,有很薄的外皮,千粒质量在0.9~1.2 g。种子很小,所以在忍冬的加工食品中根本就感觉不到它的存在^[5]。

2.1.8 根系 蓝果忍冬是棒状根系植物,根有很多的分支。根系在地下分布的深度取决于土壤的理化成分和肥力程度。在中性黏土中根系分布在50 cm深,而个别根系延伸到土壤的80 cm深处。成熟的忍冬灌丛根系的分布直径约为1.5 m,基本上在树冠的投影范围内^[6]。

2.2 物候期与开花结果习性

从表1可以看出,供试6个品种萌动期在3月20—21日,4月11—13日始花,5月31至6月3日成熟,各品种物候期存在一定差异,但品种间差异不大。火红蛋白石的生长期最短,为169 d,其次为蔚蓝,为170 d,瓦修甘斯卡亚和北日勒的生长期为173 d;从开花到果实成熟(生育期)巴克恰尔斯卡亚只需要48 d,其次为蔚蓝,为49 d,火红蛋白石和瓦修甘斯卡亚果实生育期要52 d。

2.3 形态学性状

表2可见,6个蓝果忍冬品种株高52.7~61.9 cm,其中瓦修甘斯卡亚平均株高最高,为61.9 cm,北日勒最低,为52.7 cm;主枝数量1.2~2.8个,其中蔚蓝平均主枝数量最多,为2.8个,北日勒最少,为1.2个;侧枝数量8.0~16.3个,其中北日勒平均侧枝数量最多,为16.3个,火红蛋白石最少,为8.0个;各品种平均果实纵径在1.28~1.48 cm,其中北日勒纵径最大,为1.48 cm,伊利亚达最小,为1.28 cm;平均果实横径0.81~0.94 cm,其中瓦修甘斯卡亚的果实横径最

表1 蓝果忍冬不同品种物候期

月-日

品种	芽萌初期	芽膨初期	展叶初期	展叶盛期	始花期	盛花期	末花期	坐果期	果膨初期	果着色期	果成熟期	落叶初期
伊利亚达	03-20	03-23	03-24	04-06	04-11	04-19	04-25	04-26	05-04	05-12	06-02	09-07
瓦修甘斯卡亚	03-21	03-24	03-25	04-09	04-12	04-18	04-25	04-27	05-05	05-14	06-03	09-10
北日勒	03-21	03-23	03-25	04-06	04-12	04-18	04-25	04-25	05-04	05-12	06-02	09-10
巴克恰尔斯卡亚	03-21	03-23	03-26	04-09	04-13	04-22	04-26	04-26	05-04	05-10	05-31	09-09
蔚蓝	03-21	03-23	03-26	04-09	04-12	04-21	04-25	04-26	05-04	05-10	05-31	09-07
火红蛋白石	03-20	03-23	03-24	04-06	04-11	04-22	04-25	04-26	05-04	05-13	06-02	09-05

表2 蓝果忍冬不同品种栽培经济性指标比较

品种	株高 (cm)	主枝数 (个)	侧枝数 (个)	果实						
				颜色	形状	纵径(cm)	横径(cm)	果形指数	单果质量(g)	百果质量(g)
伊利亚达	57.7	1.3	13.0	深蓝色	长椭圆形	1.28	0.82	1.56	0.57	48.7
瓦修甘斯卡亚	61.9	1.5	9.8	深蓝色	卵形	1.41	0.94	1.41	0.79	79.3
北日勒	52.7	1.2	16.3	深蓝色	长椭圆形	1.48	0.84	1.76	0.59	56.3
巴克恰尔斯卡亚	53.3	2.2	11.3	深蓝色	长椭圆形	1.43	0.87	1.64	0.56	54.0
蔚蓝	61.7	2.8	16.0	深蓝色	卵形	1.32	0.91	1.45	0.74	50.6
火红蛋白石	55.0	1.7	8.0	深蓝色	长椭圆形	1.42	0.81	1.75	0.60	59.1

大,为0.94 cm,火红蛋白石最小,为0.81 cm;各品种果形指数1.41~1.76,其中北日勒果形指数最大,为1.76,瓦修甘斯卡亚最小,为1.41;各品种单果质量0.56~0.79 g,其中瓦修甘斯卡亚的单果质量最大,为0.79 g,巴克恰尔斯卡亚最小,为0.56 g;各品种百果质量48.7~79.3 g,其中瓦修甘斯卡亚的最高,为79.3 g,伊利亚达的最低,为48.7 g。果实全部为深蓝色,形状有长椭圆形和卵形。

2.4 栽培经济性性状相关性分析

从表3可以看出,蓝果忍冬各性状之间存在正、负相关,

果形指数与果实纵径和果实横径具有极显著的正、负相关关系,正相关数为0.633,负相关数为-0.576;单果质量与果实纵径、果实横径具有显著正相关关系,相关数分别为0.377、0.378;百果质量与单果质量之间存在显著的正相关关系,相关数为0.363。从果实纵径、横径、果形指数和百果质量、单果质量这5个指标值来看,果实纵径的正相关系数最大,是蓝果忍冬果实形态中最重要的外部指标之一;在蓝果忍冬外部经济性性状中,单果质量与果实纵径、果实横径和百果质量有较大相关性,与其他指数相关性不明显。

表3 蓝果忍冬不同品种栽培经济性性状相关性分析结果

性状	相关系数								
	株高	主枝数	侧枝数	果实纵径	果实横径	果形指数	单果质量	百果质量	
株高	1.000								
枝数	0.136	1.000							
侧枝数	0.160	0.129	1.000						
果实纵径	-0.293	0.074	-0.039	1.000					
果实横径	0.157	-0.247	0.161	0.262	1.000				
果形指数	-0.351	0.284	-0.157	0.633**	-0.576**	1.000			
单果质量	0.345	0.170	0.047	0.377*	0.378*	0.023	1.000		
百果质量	0.252	-0.166	-0.249	0.165	0.252	-0.062	0.363*	1.000	

注:“*”表示达显著相关,“**”表示达极显著相关。表5同。

2.5 果实品质比较

从表4可以看出,蓝果忍冬6个品种可溶性固形物含量无显著差异,可溶性固形物含量最高的品种北日勒和巴克恰尔斯卡亚均为15.00%,其次为蔚蓝(14.67%);可溶性糖含量有显著差异($P < 0.05$),可溶性糖含量最高的品种为蔚蓝(5.378%),其次为火红蛋白石、北日勒,分别为4.533%、2.867%;瓦修甘斯卡亚的可滴定酸含量最高,为0.246%,其次为北日勒、巴克恰尔斯卡亚,含量分别为0.235%、0.190%,6个品种可滴定酸含量无明显差异;蓝果忍冬6个品种花青素含量有显著差异($P < 0.05$),其中蔚蓝的花青素含量最高,为80.425 mg/g,其次为火红蛋白石、巴克恰尔斯卡亚、伊利亚达,分别为79.925、78.9、77.1 mg/g;各品种中蔚蓝的可溶性蛋白含量最高,为1.0 mg/g,极显著高于其他

品种($P < 0.01$);火红蛋白石维生素C含量最高(28.64 mg/g),显著高于其他品种($P < 0.05$),其次为瓦修甘斯卡亚、北日勒,分别为26.293、26.263 mg/g;各品种糖酸比在6.252~33.135之间,比较高的品种为蔚蓝、火红蛋白石,分别为33.135、25.677,极显著高于其他品种($P < 0.01$)。

2.6 果实品质相关分析

从表5可以看出,果实可溶性糖含量与可滴定酸含量之间具有负相关关系,相关系数为-0.517,达到极显著水平;可溶性糖含量与花青素含量之间具有极显著($P < 0.01$)正相关关系,相关系数为0.684;可溶性糖含量与可溶性蛋白含量、糖酸比均呈正相关,相关系数均达到极显著水平,分别为0.628、0.956;可滴定酸含量与花青素含量、糖酸比之间存在负相关关系,均达极显著水平,相关系数分别为-0.628、

表4 蓝果忍冬不同品种果实品质比较

品种	可溶性固形物含量 (%)	可溶性糖含量 (%)	可滴定酸含量 (%)	花青素含量 (mg/g)	可溶性蛋白含量 (mg/g)	维生素 C 含量 (mg/g)	糖酸比
伊利亚达	12.17 ± 4.32aA	2.641 ± 0.03dD	0.179 ± 0.02abA	77.100 ± 3.38bAB	0.600 ± 0.12bB	25.278 ± 0.85bB	14.919 ± 1.60cB
瓦修甘斯卡亚	11.67 ± 1.73aA	1.510 ± 0.03fF	0.246 ± 0.06aA	72.350 ± 2.11cC	0.631 ± 0.10bB	26.293 ± 1.80bAB	6.252 ± 1.30dB
北日勒	15.00 ± 1.32aA	2.867 ± 0.180cC	0.235 ± 0.07abA	73.800 ± 1.48cBC	0.683 ± 0.03bB	26.263 ± 1.32bAB	12.899 ± 2.91cB
巴克恰尔斯卡亚	15.00 ± 1.32aA	2.324 ± 0.07eE	0.190 ± 0.02abA	78.900 ± 0.89abA	0.598 ± 0.04bB	24.128 ± 1.93bB	12.383 ± 1.00cB
蔚蓝	14.67 ± 0.65aA	5.378 ± 0.06aA	0.168 ± 0.04bA	80.425 ± 0.76aA	1.000 ± 0.07aA	25.902 ± 1.56bAB	33.135 ± 8.16aA
火红蛋白石	12.33 ± 0.65aA	4.533 ± 0.09bB	0.179 ± 0.02abA	79.925 ± 1.34abA	0.604 ± 0.07bB	28.640 ± 0.54aA	25.677 ± 2.86bA

注: 同列数据后不同小写、大写字母分别表示同类别不同处理间差异显著 ($P < 0.05$)、极显著 ($P < 0.01$)。

表5 蓝果忍冬不同品种果实品质相关性分析结果

品质性状	相关系数						
	可溶性固形物含量	可溶性糖含量	可滴定酸含量	花青素含量	可溶性蛋白含量	维生素 C 含量	糖酸比
可溶性固形物含量	1.000						
可溶性糖含量	0.203	1.000					
可滴定酸含量	-0.102	-0.517 **	1.000				
花青素含量	0.389	0.684 **	-0.628 **	1.000			
可溶性蛋白含量	0.367	0.628 **	-0.155	0.314	1.000		
维生素 C 含量	-0.210	0.300	0.084	-0.083	0.081	1.000	
糖酸比	0.164	0.956 **	-0.682 **	0.693 **	0.629 **	0.207	1.000

-0.682; 花青素、可溶性蛋白含量与糖酸比之间具有正相关关系, 均达到极显著水平, 相关系数分别为 0.693、0.629。

3 结论与讨论

引进的蓝果忍冬品种物候期之间差异不大, 各品种果实成熟期有 2~3 d 的差别, 说明成熟期比较一致, 大面积生产中有利于机械化采摘。

可溶性固形物是与果实品质密切相关的重要成分, 是决定新鲜果实风味和品质的重要因素, 可溶性固形物含量每增加 1%, 相当于总产量增加 25%^[7-8]。蓝果忍冬品种中北日勒和巴克恰尔斯卡亚的可溶性固形物含量较高于其他品种, 均为 15.00%。可溶性糖含量的高低是确定鲜食品种和加工性品种的主要指标, 蔚蓝、火红蛋白石、北日勒的可溶性糖含量分别为 5.378%、4.533%、2.867%, 高于其他品种。花青素是一种强有力的抗氧化剂, 它能够保护人体免受自由基的损伤, 对眼睛具有很好的保健功效, 能活化视网膜和减轻眼部疲劳^[9]。本试验中蔚蓝、火红蛋白石、巴克恰尔斯卡亚、伊利亚达的花青素含量较高, 分别为 80.425、79.925、78.900、77.100 mg/g。果实中的维生素 C 包括还原型维生素 C 和氧化型维生素 C, 新鲜果实中以还原型维生素 C 为主^[10-11]。不同品种维生素 C 含量的变化幅度也不相同, 本研究中火红蛋白石维生素 C 含量最高, 为 28.640 mg/g, 其次为瓦修甘斯卡亚、北日勒分别为 26.293、26.263 mg/g。

从果实纵径、横径、果形指数和百果质量、单果质量这 5 个指标值来看, 果实纵径的正相关系数最大, 是蓝果忍冬果实形态中重要的外部指标之一; 在蓝果忍冬外部经济性状中, 单果质量与果实纵径有较大相关性, 与其他各指数显著性不明显。蓝果忍冬果实可溶性糖含量与花青素含量、可溶性蛋白

含量、糖酸比等品质指标值之间具有极显著正相关关系, 相关系数分别为 0.684、0.628、0.956。而维生素 C 含量与可滴定酸、花青素、可溶性蛋白含量的相关系数分别仅为 0.084、-0.083、0.081, 说明 3 者的相关性不大。

参考文献:

- [1] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 111-112.
- [2] 黄晓钰, 刘邻渭. 食品化学综合实验[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 61-73.
- [3] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 248-249.
- [4] 韩振海, 陈昆松. 实验园艺学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 124-168.
- [5] Плеханова М Н. Жимолость синяя в саду и питомнике[M]. Петербург: Издательство Санкт, 1998: 5-21.
- [6] Гидзюк И К. Синеплодная садовая жимолость[M]. город Томск: Издательство Томского университета, 1978: 28-49.
- [7] 李君明, 徐和金, 周永健. 有关番茄果实中可溶性固形物和番茄红素的研究进展[J]. 园艺学报, 2011, 28(增刊1): 661-668.
- [8] 徐鹤林, 李景富. 中国番茄[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 94-105.
- [9] 刘晨, 刘安军, 马艳弘, 等. 蓝莓酒渣花色苷的超声波辅助提取工艺及抗氧化活性[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(1): 242-247.
- [10] 刘荣森. 普鲁士蓝分光光度法测定蔬菜中的维生素 C[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(6): 286-287, 414.
- [11] 张桂霞, 王英超, 石璐. 草莓果实成熟过程中维生素 C 和可溶性固形物含量的变化[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(12): 6995-6996.