

玉溪市柑橘品种规划布局情况调查

姚万福¹, 方吉祥¹, 张莉¹, 王健¹, 周处巍¹, 李晓亮¹, 侯贵琼², 施云庭³, 丁海银⁴, 张翠英⁵, 张钟^{1*}

(1. 玉溪市农业科学院, 云南玉溪 653100; 2. 玉溪市农业技术推广站, 云南玉溪 653100; 3. 华宁县柑橘研究所, 云南华宁 652800; 4. 元江县农业技术推广中心, 云南元江 653300; 5. 新平县经济作物工作站, 云南新平 653400)

摘要 为研究玉溪市柑橘品种规划布局情况, 通过对 2021 年该市列入国家柑橘产业技术体系的 5 个县品种类型、品种数量、种植面积、品种分布、品种熟期、品种资源等情况进行调查。结果表明, 玉溪市柑橘品种规划布局上具有品种数量多、主栽品种集中, 分布广泛、种植梯次明显, 熟期全面、品种特色突出, 资源丰富、种质稀奇珍贵的特点, 但也存在优良新品种引进更新速度不够, 优势老品种选育复壮力度不够, 优质特色品种挖掘深度不够, 品种和农艺优势融合密度不够, 因品种施策科学管理精度不够, 熟期合理搭配梯度不够, 种质资源利用程度不够等问题。据此, 提出了玉溪市柑橘品种规划布局对策。

关键词 柑橘品种; 调查; 对策; 玉溪市

中图分类号 S666 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)05-0033-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.05.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Investigation of Citrus Variety Planning and Distribution in Yuxi City**

YAO Wan-fu, FANG Ji-xiang, ZHANG Li et al (Yuxi Academy of Agricultural Sciences, Yuxi, Yunnan 653100)

Abstract In order to study the planning and layout of citrus varieties in Yuxi city, the data of varieties type, varieties quantity, planting area, varieties distribution, varieties ripening period and varieties resources in five counties listed in the national citrus industry technology system in 2021 were investigated and analyzed. The results showed that in the planning and layout of citrus varieties in Yuxi City, there were many characteristics, such as large number of varieties, concentrated main varieties, wide distribution, obvious planting echelon, comprehensive maturity, outstanding variety characteristics, rich resources, rare and precious germplasm, but there were also some problems, such as the insufficient speed of introduction and renewal of excellent new varieties, the insufficient strength of breeding and rejuvenation of superior old varieties, the insufficient accuracy of mining high-quality characteristic varieties, and the insufficient density of integration of varieties and agronomic advantages, the lack of scientific management precision of variety application, the lack of reasonable matching gradient of maturity, and the insufficient utilization of germplasm resources. On the basis of this, some suggestions and countermeasures were put forward for planning and distribution of citrus varieties in Yuxi City.

Key words Citrus varieties; Investigation; Countermeasures; Yuxi City

品种是决定丰产稳产、优质高效和树壮寿长的先决条件^[1], 是影响柑橘质量的重要因素, 合理的品种布局是提高柑橘质量的重要条件^[2]。近年来, 随着柑橘产业的快速发展壮大和品质质量的不断提升, 柑橘产业的竞争日趋激烈, 规划布局和发展优质特色的柑橘品种成为各主产区参与市场竞争的主要手段^[3]。因此, 柑橘品种的规划布局在柑橘产业发展中的作用日趋突显, 成为柑橘产业可持续高质量发展的重要工作。

玉溪市地处云贵高原南部, 为低纬度高原区, 土壤肥沃, 光照充足, 河流众多, 立体气候显著, 物候期早, 生态环境优良, 农业资源禀赋独特^[4]。因具有生产早熟、特色、优质、绿色柑橘的得天独厚的自然条件^[5-6], 柑橘已发展成为全市最大的水果产业, 成为区域经济发展、农民增收、乡村振兴的支柱产业和高原特色农业。与此同时在产业不断向前发展的过程中突显出一些影响柑橘产业高质量发展的问题。因此, 笔者以玉溪市列入国家柑橘产业技术体系的华宁、新平、元江、易门和峨山 5 个县为研究对象, 从品种类型、品种数量、种植面积、品种分布、品种熟期、品种资源等因子出发, 剖析

了存在的问题, 提出了相应的建议对策。

1 数据来源与处理

数据来源于玉溪市科学技术协会 2021 年学会专项资助(调研课题)项目的调研数据和 2021 年国家柑橘产业技术体系云南极早熟柑橘综合试验站的统计数据, 统计时间为 2021 年。通过对全市列入国家柑橘产业技术体系的 5 个县的柑橘品种情况进行全面调查记录, 收集统计包括品种类型、品种数量、种植面积、品种分布、品种熟期、品种资源等指标。

2 品种规划布局现状与分析

2.1 品种类型和分布 2021 年, 全市柑橘(列入国家柑橘产业技术体系的 5 个县(下同))种植面积 24 450.05 hm², 其中宽皮柑橘 17 500 hm², 占总面积的 71.57%。就单个品种来看, 全市共有冰糖橙、沃柑、兴津等品种 114 个(87 个种植品种因面积过小和 3 个野生品种没统计面积和分布县域, 实际统计 24 个), 其中种植面积在 666.67 hm² 以上的主栽品种有 7 个, 占总品种数的 6.14%, 合计面积 22 529.01 hm², 占总种植面积的 92.14%(表 1), 具有品种数量多、主栽品种集中的特点。

2.2 种植面积和主栽品种 全市 24 个柑橘品种 24 450.05 hm² 主要分布在南盘江流域的华宁县和红河流域的易门县、峨山县、新平县、元江县的低热河谷地区(表 2), 分布在海拔 470~1 800 m, 具有分布广泛、种植梯次明显的特点。

2.3 品种熟期和布局 按照熟期分类^[7-8], 全市 24 450.05 hm²

基金项目 玉溪市科学技术协会 2021 年学会专项资助(调研课题)项目。**作者简介** 姚万福(1974—), 男, 云南元江人, 农艺师, 从事柑橘技术研究推广工作。* 通信作者, 研究员, 从事农业技术推广工作。**收稿日期** 2022-04-06

柑橘中早中晚熟比例为 1.73:1.39:1(表 3)。品种熟期立体化分布,覆盖了全年各周期,具有熟期全面、品种特色突出的特点。

表 1 2021 年玉溪市柑橘种植品种类型和数量

Table 1 Types and quantity of citrus varieties planted in Yuxi City in 2021

序号 No.	品种 Variety	面积 Area hm ²	比例 Proportion %	分布区域 Distribution area	分布海拔 Distribution altitude//m
1	冰糖橙	6 377.00	26.08	华宁、新平、元江、峨山	470~1 200
2	沃柑	4 783.33	19.56	华宁、新平、元江、易门、峨山	500~1 600
3	兴津	4 122.87	16.86	华宁、新平、元江、易门	1 300~1 500
4	大浦	2 480.00	10.14	华宁、易门	1 300~1 500
5	宫本	2 287.27	9.35	华宁、新平、易门	1 300~1 500
6	普通椪柑	1 455.67	5.95	华宁、新平、元江	1 200~1 500
7	茂谷柑	1 022.87	4.18	新平、元江	900~1 300
8	日南 1 号	606.73	2.48	华宁、新平、峨山	1 300~1 500
9	锦橙	243.33	1.00	新平	800~1 200
10	西柚	159.33	0.65	新平	600~1 000
11	金秋砂糖橘	133.33	0.55	华宁、易门	1 000~1 600
12	砂糖橘	128.00	0.52	新平	1 000~1 600
13	爱媛 28 号	117.00	0.48	华宁、新平	1 500~1 600
14	纽荷尔脐橙	94.00	0.38	新平	600~1 000
15	岩溪晚芦	52.00	0.21	华宁、新平	1 200~1 500
16	皱皮黄果	37.33	0.15	新平	1 000~1 600
17	大分 1 号	33.33	0.14	新平	1 300~1 500
18	肥之暑	33.33	0.14	新平	1 300~1 500
19	默科特	33.33	0.14	新平	800~1 000
20	三红蜜柚	25.33	0.10	新平	600~800
21	佛手	17.33	0.07	新平	500~1 600
22	卡拉卡拉脐橙	16.67	0.07	新平	800~1 000
23	清香蜜橘	6.67	0.03	华宁	1 000~1 600
24	国庆 1 号	2.00	0.01	新平	1 400~1 600
25	其他 90 个	182.00	0.74	全市	500~1 800
合计 Total	114	24 450.05	100		475~1 800

表 2 2021 年玉溪市各县柑橘种植面积

Table 2 Citrus planting area in Yuxi County in 2021

县名 County name	种植面积 Planting area hm ²	比例 Proportion %	品种数量 Number of species//个	比例 Proportion %	主栽品种 Main variety
华宁县 Huanning	9 240.00	37.79	11	45.83	兴津、大浦、宫本
新平县 Xinping	9 178.00	37.54	23	95.83	冰糖橙、沃柑、茂谷柑
元江县 Yuanjiang	4 986.05	20.39	5	20.83	沃柑、冰糖橙、普通椪柑
易门县 Yimen	580.00	2.37	5	20.83	兴津
峨山县 Eshan	466.00	1.91	4	16.67	冰糖橙
合计 Total	24 450.05	100	24		

表 3 2021 年玉溪市柑橘熟期分类情况

Table 3 Maturity classification of citrus in Yuxi City in 2021

分类 Classification	面积 Area hm ²	比例 Proportion %	类别 Category	面积 Area hm ²	比例 Proportion %	分布区域 Distribut- ion area	种植品种 Planting varieties
早熟 Precocity	10 287.86	42.08	特早熟	10 270.53	99.83	华宁、新平、元江、 易门、峨山	大浦、宫本、日南 1 号、兴津、大分 1 号、国 庆 1 号、肥之暑、三红蜜柚、金秋砂糖橘等
			早熟	17.33	0.17	华宁、新平、 元江、峨山	冰糖橙、锦橙、砂糖橘、爱媛 28 号、西柚、佛 手等
中熟 Mid-maturation	8 230.66	33.66	早中熟	94.00	1.14	新平	纽荷尔脐橙等
			中熟	6 637.00	80.64	华宁、新平、元江	卡拉卡拉脐橙等
			晚中熟	1 499.67	18.22	华宁、新平、元江	普通椪柑、皱皮黄果、清香蜜橘等
晚熟 Late-maturation	5 931.53	24.26	早晚熟	1 196.00	20.16	华宁、新平、元 江、易门、峨山	沃柑、茂谷柑等
			晚熟	4 735.53	79.84	华宁、新平	默科特、岩溪晚芦等
合计 Total	24 450.05	100					

2.4 种质资源和价值 2021年完成的全市柑橘种质资源调查,共调查统计并登记在册114个柑橘种质资源单品。其中有列入红皮书保护的红河大翼橙^[12],建群历史估计已有上百年、国内十分罕见的大面积原始野生宜昌橙^[9],新平县者竜皱皮黄果^[10]3个野生资源,具有资源丰富、种质稀奇珍贵的特点。

3 品种规划布局问题分析

3.1 优良新品种引进更新速度不够 近几年,柑橘育苗和种植单位为了追求新买点,加大了从其他产区引进新品种的速度和力度,但因受资金、技术、渠道等资源的限制,对生态区划考虑得多,对优势区域区划考虑不够全面^[8],引进的品种推广价值不高,针对性不强,盲目性较大,存在引进品种多但优良品种少的问题,难于规模化推广种植,导致优良品种更新速度慢和覆盖率低的现状。

3.2 优势老品种选育复壮力度不够 玉溪市柑橘种植历史达40多年^[11],引进种植成功了一些优势品种,如物候期比其他产区提早40~50 d,获得全国首届农业博览会唯一金奖的温州蜜柑兴津^[8,12]等品种。这些品种在长期种植和繁殖后,逐渐表现出生活力降低、适应性减弱、产量下降和品质变劣以及产生一些不合乎商品化栽培要求的性状变异,失去了该品种原来的优良特性,降低了经济价值^[13]。但在优势老品种的繁育中,实施实生选种、芽变选种、抗逆育种和其他提纯复壮技术措施的较少^[8,13],而是为了取得短平快的效益,未经择优就进行繁育,造成优势老品种一代不如一代,影响了品种的健康可持续发展。

3.3 优质特色品种挖掘准度不够 干热河谷日照充足,立体气候典型,无霜期长等得天独厚的气候资源,是发展特色柑橘品种的比较优势。特殊的气候会发挥出品种的特色,如元江县海拔1 000 m以下种植的冰糖橙,因成熟期温度过高果面叶绿素不能降解而呈绿色^[8,14],并呈现出皮更滑肉更脆汁更甜的特性,大自然的力量把紫皮柑橘演化成宽皮柑橘,把黄皮果演化成绿皮果,成为全国成熟最早和最具特色的绿皮冰糖橙,深得消费者的青睐。玉溪市小气候丰富多样,适宜发展特色柑橘的优势区域较多,但优势区域与优势品种的匹配准度还不够,没能充分发挥得天独厚的资源优势。

3.4 品种和农艺优势融合密度不够 近几年,随着柑橘面积暴发式增长,其他行业和非柑橘专业的种植者涌入,柑橘种植面积逐渐增加,种植者认为海拔越低越早、天气越热越好,没有充分考虑柑橘不同品种对光、热、水、气等气象条件的不同需求^[8,15],种植品种不按气候、海拔的适宜性科学布局,忽略了品种优势与农艺气候优势的有机结合,出现了品质下降、熟期推迟错过窗口期、品种优势丧失等状况,降低了生产效益。

3.5 因品种施策科学管理精度不够 不同柑橘品种需要的温度、光照、水分、土壤等外部条件^[8]和物候期、病虫害、砧木等生长特性差异较大,但因品种施策的差异化科学管理的精细度还不够,制约了产业发展质量的提升。

3.6 熟期合理搭配梯度不够 《云南省玉溪市柑橘产业发

展规划(2017—2025年)》(内部资料)中早中晚熟比例为3:1:1。规划至今的实践证明,规划是科学实际和有预见性的。但目前玉溪市的早中晚熟比例为1.73:1.39:1,距离规划目标还有很大差距。近几年,因受疫情和极端气候等因素的影响,这种差距的负面影响越来越明显,频繁出现的滞销难买,均与错过了最佳时间梯度窗口期有直接关系。

3.7 种质资源利用程度不够 当前全市共有114个柑橘种质资源品种,涵盖了橘、柑、橙、柚和枸橼等种植品种,还有3个珍贵的野生资源品种,但进行提纯复壮、种内杂交、种间杂交、远缘杂交等育种工作^[8]的重视度还不够,已有的种质资源未能得到充分利用产生效益,柑橘资源开发利用程度差距较大。

4 品种规划布局对策

4.1 振兴老的,让品种名起来 历经多年种植,经得起实践检验的老品种是宝贵的品种资源。要充分发挥“华宁全国柑橘生产标准化示范区”“华宁优质早熟柑橘示范区和南亚热带名优柑橘生产基地”^[16]、“褚橙”^[17]、“华宁柑橘”^[18]、“新平柑橘”^[19]、“元江绿皮冰糖橙”等品牌优势,把优良老品种实生和芽变选种等选优复壮作为柑橘产业高质量发展的重要工作坚决抓好,选出优于祖父辈的后代进行推广,并按照品种登记规定对具有本土特色的品种进行命名,为品种名气提升和名牌产品打造奠定基础,重新焕发优良老品种的生机和活力。

4.2 引进好的,让品种新起来 处理好生态区划与优势区域区划的关系,在简单引种的基础上推行驯化引种^[8],同时加强与权威品种研发单位合作,本着缺什么补什么、要什么引什么的原则,加强引种的针对性和科学性,实现优势品种与优势环境的双优组合,提高名特优新品种的覆盖率^[20],满足市场对柑橘质量和新品的追求和需要。

4.3 用实有的,让品种活起来 把现有的114个种植品种资源按照“因地制宜,因市需要,扬长避短,发挥优势”的原则^[1]进行优化布局。同时,盘活现有品种资源,特别是3个野生种质资源,通过与老品种振兴、新品种引进有效融合补充,充分发挥特色柑橘生产基地优势,培育出新的优势品种,助力柑橘产业高质量发展。

4.4 挖掘异的,让品种特起来 玉溪市地处云贵高原南部,地形起伏较大,山地峡谷交错,形成了“天然温室”谷地^[21];具有季风气候、立体气候、低纬气候三大特点^[22],为生产高质高效特色柑橘品种提供了优异天然条件,特别是一些区域的特殊小气候,成为打造特色品质的风水宝地,优化适配于适宜品种,在得天独厚的自然环境下做到人无我有、人有我优、人优我特的极致。

4.5 选择准的,让品种优起来 按照适地适树适销的“三适”选种原则^[23],把握好最适宜温度、最低温度、最高温度的“温度三基点”^[8],适配好光、热、水、气等气象条件,优化组合好砧木、土壤、品种等因素的关系,精准配套于施肥、修剪、有害生物防控等管理措施,主动淘汰小散杂乱的不适宜品种和次适宜以下种植区,制定技术规范,全面提高优良品种的覆

盖率,为柑橘高质量发展打好优质品种牌。

4.6 攻坚克难,让品种早起来 充分发挥玉溪市柑橘同一品种比国内其他产区早成熟10~60 d的优势^[24],划准种植适宜区、掐准成熟采收期、延长销售窗口期、争取黄金循环期,按照努力实现“品种早中更早、品质好中更好、品牌强中更强”的目标,扩大“热”的优势,突显“早”的趋势、夯实“好”的定势,在适地适栽的基础上,实施好施肥、修剪、放梢、宽行高垄栽培、地面覆膜、完熟栽培、设施调剂等差异化技术措施^[12],在更早和更好上下足功夫,进一步夯实华宁县打造全国最早熟温州蜜柑基地,元江县打造全国最早熟冰糖橙基地,新平县打造全国最好品质柑橘基地的“两最早一最好”的目标,向着建设“全省柑橘产业发展示范区”的目标,推进全市柑橘产业高质量发展。

参考文献

- [1] 张兴旺. 云南柑橘生产潜力和发展途径[J]. 热带农业科技, 2004, 27(2): 26-28.
- [2] 伊华林, 刘慧宇. 我国柑橘品种分布特点及适地适栽品种选择探讨[J]. 中国果树, 2022(1): 1-7.
- [3] 李向阳. 品牌视角下的柑橘价值链研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- [4] 谢治银. 云南玉溪早熟柑橘基地调查简报[J]. 云南农业科技, 1991(1): 15-16.
- [5] 朱联书, 赵永林, 赵映莲, 等. 10个特早熟温州蜜柑品种在云南华宁的适应性研究[J]. 中国南方果树, 2009, 38(5): 7-8.
- [6] 赵俊, 刘跃明, 冯雅进, 等. 云南省柑橘产业发展竞争优势分析[J]. 云南农业, 2018(1): 40-41.
- [7] 沈兆敏. 我国柑橘早中晚熟优良品种(系)配套探讨[J]. 中国柑橘,

1995, 24(1): 38-42.

- [8] 邓秀新, 彭抒昂. 柑橘学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013: 70-310.
- [9] 陈洪明, 陈善春, 何永睿, 等. 云南民族地区柑橘资源调查[J]. 中国南方果树, 2010, 39(6): 18-21.
- [10] 李进有, 姚高乾, 鲁金华, 等. 新平县水果产业现状及乡村农产品振兴[J]. 云南农业, 2020(11): 32-34.
- [11] 沈涛, 易金海, 董德祥, 等. 华宁柑橘试验示范基地创新运行模式发展探讨[J]. 中国果业信息, 2014, 31(4): 12-15.
- [12] 赵美琼, 易金海, 李冬云, 等. 华宁县柑橘产业发展的主要措施和成效[J]. 中国果业信息, 2014, 31(11): 26-28.
- [13] 柯甫志, 徐建国, 翁法令. 柑橘品种的提纯复壮[J]. 浙江柑橘, 2002, 19(3): 12-14.
- [14] 张业忠. 琼中县种植绿橙的气候条件分析[J]. 热带农业科学, 2017, 37(12): 44-47.
- [15] 刘聪, 李凯伟, 张继权, 等. 基于气候适宜度的南方柑橘种植精细化气候区划[J]. 应用气象学报, 2021, 32(4): 421-431.
- [16] 赵美琼, 代龙彪, 沈涛, 等. 华宁县柑橘产业现状与发展对策建议[J]. 中国果业信息, 2017, 34(8): 9-11, 13.
- [17] 姚敦团. “褚橙”成功模式分析[J]. 中国果业信息, 2018, 35(9): 17-19.
- [18] 杨爱芳. 华宁柑橘栽培技术水平名列全国前茅[N]. 云南科技报, 2009-08-06(001).
- [19] 王淑娟. 新平逆袭成为中国冰糖橙一流产区[N]. 云南日报, 2021-12-06(004).
- [20] 权银. 当前推广的柑橘名特优新品种及其选择策略[J]. 中国南方果树, 2000, 29(5): 4-5.
- [21] 杨云光, 李斌阳, 肖梅, 等. 玉溪市芒果产业发展现状及对策[J]. 农业科技通讯, 2021(5): 4-6.
- [22] 王宝, 卢玉娥. 玉溪市柑橘种植气候适宜性分析[J]. 现代农业科技, 2019(21): 80-81.
- [23] 杨学虎, 王虹, 彭磊, 等. 云南农村水果产业化发展实例分析与对策[J]. 云南农业大学学报(社会科学版), 2013, 7(S1): 106-111.
- [24] 杨云光, 王有生, 朱联书, 等. 玉溪市早熟柑橘产业发展存在的问题及建议[J]. 现代农业科技, 2013(13): 336-337, 339.

(上接第25页)

参考文献

- [1] CHALHOUB B, DENOEU D, LIU S Y, et al. Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic *Brassica napus* oilseed genome[J]. Science, 2014, 345(6199): 950-953.
- [2] SONG J M, GUAN Z L, HU J L, et al. Eight high-quality genomes reveal pan-genome architecture and ecotype differentiation of *Brassica napus*[J]. Nature plants, 2020, 6(1): 34-45.
- [3] 魏超, 王美容, 刘骥骥, 等. 中国多功能油菜利用的研究现状与前景分析[J]. 肇庆学院学报, 2021, 42(5): 59-65.
- [4] 王汉中. 以新需求为导向的油菜产业发展战略[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 613-617.
- [5] 孙珊珊, 朱新宇, 刘焯婷. 植物引种驯化的概念、意义及影响因素分析[J]. 防护林科技, 2015(1): 77-78.
- [6] 周时艺. 甘蓝型油菜在广西引种种植与初步评价[D]. 南宁: 广西大学, 2019.
- [7] 李施蒙, 赵彩霞, 王晋雄, 等. 西藏山南杂交油菜品种引种示范[J]. 西藏农业科技, 2020, 42(3): 47-50.
- [8] 金珂旭, 陈松柏, 贺红周. 油菜花期调控研究进展及展望[J]. 南方农业, 2020, 14(34): 26-28.
- [9] 李新, 肖麓, 杜德志. 油菜开花期的遗传调控及 QTL 研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(2): 283-291.
- [10] CHEN L, DONG F M, CAI J et al. A 2.833-kb insertion in *BnFLC. A2* and its homeologous exchange with *BnFLC. C2* during breeding selection generated early-flowering rapeseed[J]. Molecular plant, 2018, 11(1): 222-225.
- [11] WANG T Y, WEI L J, WANG J, et al. Integrating GWAS, linkage mapping and gene expression analyses reveals the genetic control of growth period traits in rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. Biotechnol biofuels, 2020, 13: 1-19.
- [12] 李双, 陈传波, 张薇, 等. 播期与品种对直播油菜抗倒伏、物质积累和产量的影响[J]. 四川农业科技, 2020(3): 19-22.
- [13] 苏晓磊, 曾波, 乔普, 等. 冬季水淹对秋华柳的开花物候及繁殖分配的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2585-2592.

- [14] LI Y, SHI L C, YANG J, et al. Physiological and transcriptional changes provide insights into the effect of root waterlogging on the aboveground part of *Pterocarya stenoptera* [J]. Genomics, 2021, 113(4): 2583-2590.
- [15] ARDUINI I, BALDANZI M, PAMPANA S. Reduced growth and nitrogen uptake during waterlogging at tillering permanently affect yield components in late sown oats [J]. Frontiers in plant science, 2019, 10: 1087-1115.
- [16] KUAI J, LI X Y, LI Z, et al. Leaf carbohydrates assimilation and metabolism affect seed yield of rapeseed with different waterlogging tolerance under the interactive effects of nitrogen and waterlogging[J]. Journal of agronomy and crop science, 2020, 206(6): 823-836.
- [17] PAN J W, SHARIF R, XU X W, et al. Mechanisms of waterlogging tolerance in plants: Research progress and prospects [J]. Frontiers in plant science, 2021, 11: 1-16.
- [18] NABLOUSSI A, BAHRI H, LAKBIR M, et al. Assessment of a set of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties under waterlogging stress at different plant growth stages [J]. OCL, 2019, 26: 26-36.
- [19] ZOU X Y, LIU B L, SONG L Q, et al. Effects of nitrogen application on yield and nitrogen use efficiency of rapeseed (*Brassica napus*) [J]. Chinese journal of applied ecology, 2016, 27(4): 1169-1176.
- [20] WANG X D, SUN L J, LI W J, et al. Dissecting the genetic mechanisms of waterlogging tolerance in *Brassica napus* through linkage mapping and a genome-wide association study [J/OL]. Industrial crops and products, 2020, 147 [2021-11-15]. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112269.
- [21] CAI G Q, YANG Q Y, CHEN H, et al. Genetic dissection of plant architecture and yield-related traits in *Brassica napus* [J]. Scientific reports, 2016, 6: 1-16.
- [22] 张凤启, 程晓辉, 刘越英, 等. 甘蓝型油菜分枝数 QTL 定位及其候选基因预测[J]. 中国油料作物学报, 2015, 37(1): 15-20.
- [23] 马朝芝, 文静, 易斌, 等. 菜用甘蓝型油菜品种狮山菜薹的选育[J]. 长江蔬菜, 2019(8): 31-34.