

DOI: 10.16861/j.cnki.zggc.2024.0045

叶用萝卜新品种彩萝 1 号的选育

何自涵, 蒲全明, 雍磊, 张婷, 何晋宇, 廖宇, 杨鹏, 向承勇

(南充市农业科学院 四川南充 637000)

摘要: 彩萝 1 号是以四川省南充市地方品种红皮萝卜自然变异株为基础种质材料, 经多代系统选育而成的高花青素含量叶用萝卜。该品种在四川地区秋季露地种植生育期约 37 d, 冬季露地种植生育期约 64 d。株型半直立, 平均株高 27 cm; 肉质根不发达, 根皮红色, 根肉白色; 板叶, 成熟叶片正面呈红色, 叶脉、叶柄红色, 叶面光泽无刺毛。商品期叶片数 8~10 片, 平均单株质量约 33 g, 667 m² 产量 2200 kg 左右, 叶片花青素总含量(w, 后同) 177 mg·kg⁻¹, 钼含量 0.21 mg·kg⁻¹; 田间表现抗霜霉病、病毒病。适宜在四川省平坝浅丘地区秋冬季露地种植。2023 年通过四川省非主要农作物品种认定委员会认定。

关键词: 叶用萝卜; 新品种; 彩萝 1 号; 高花青素含量

中图分类号: S631.1 文献标志码: A 文章编号: 1673-2871(2024)07-180-06

A new leaf radish cultivar Cailuo No. 1

HE Zihan, PU Quanming, YONG Lei, ZHANG Ting, HE Jinyu, LIAO Yu, YANG Peng, XIANG Chengyong

(Nanchong Academy of Agricultural Sciences, Nanchong 637000, Sichuan, China)

Abstract: Cailuo No. 1 is a high anthocyanin-containing leaf radish with naturally occurring variations in the local variety Red radish within Nanchong city, Sichuan province. This variety has a growth period of approximately 37 days in autumn and 64 days in winter in Sichuan. It exhibits a semi-erect plant type with an average height of 27 cm. The fleshy root is underdeveloped, characterized by a red root skin and white root flesh. The mature leaves display a red front, with red veins and petioles, and a glossy surface without bristles. During the commercial period, the number of leaves ranges from 8 to 10, with an average mass per plant of approximately 33 g, resulting in a yield of about 2200 kg per 667 m². The total content of anthocyanins in the leaves is 177 mg·kg⁻¹, and the content of molybdenum is 0.21 mg·kg⁻¹. This variety demonstrates resistance to downy mildew and viral diseases in the field. It is suitable for open-field planting in the shallow hill area of Sichuan province during autumn and winter.

Key words: Leaf radish; New cultivar; Cailuo No. 1; High anthocyanins content

1 育种目标

萝卜 (*Raphanus sativus* L.) 作为重要的十字花科大宗蔬菜, 肉质根与叶片均为重要的产品器官, 嫩叶及芽苗凭借丰富的营养、独特的口感而逐渐被消费者喜爱^[1-2]。萝卜叶片可生食、熟食, 也可入药^[3], 具有较高的食用和保健价值^[4]。据报道, 日本、韩国等国家最早开始选育以叶片为食用器官的专用萝卜品种——叶用萝卜, 选育的品种叶太郎、叶大根、叶美人、美莱等均有较高的市场价值^[5]。从 20 世纪开始, 我国就陆续从日本引入了叶用萝卜, 并在

沿海地区进行大规模种植, 加工成脱水蔬菜出口创汇, 经济效益显著^[6]。为了充分挖掘和利用我国的萝卜种质资源, 丰富消费者膳食结构, 国内众多研究机构也纷纷开展叶用萝卜新品种的选育, 获得了一大批性状优异的叶用萝卜新品种, 诸如京研叶用萝卜、翠绿 30 等^[7-8]。目前, 叶用萝卜的选育与种植研究多集中于产量的提升, 而富含花青素、叶色鲜艳、营养品质高的新品种则鲜有报道^[9]。因此, 南充市农业科学院以优质稳产、富含花青素、叶色鲜艳为育种目标, 选育了叶色靓丽、口感好、叶片多、自交亲和性好的高花青素含量的叶用萝卜新品种彩萝 1 号。

收稿日期: 2024-01-22; 修回日期: 2024-06-06

基金项目: 四川省自然科学基金项目(2023NSFSC1246); 南充市应用基础研究项目(22YYJCYJ0018)

作者简介: 何自涵, 女, 助理研究员, 研究方向为蔬菜生理生态与遗传育种。E-mail: 776458138@qq.com

通信作者: 蒲全明, 男, 副研究员, 研究方向为分子遗传育种及栽培技术。E-mail: puquanming@163.com

2 选育过程

2.1 亲本材料与特征

彩萝1号是从南充市高坪区江陵镇农家品种红皮萝卜的一个自然变异株经系统选育而来。农家品种红皮萝卜为秋季露地栽培蔬菜,生育期约90 d;株型半直立,平均株高48 cm、株幅39 cm;板叶,叶色深绿,叶面有刺毛,叶柄呈紫红色,叶片数约14片;肉质根为圆柱形,红皮白肉,单根质量约350 g,667 m²产量约3000 kg;肉质根可溶性固形物含量(w,后同)4.6%、可溶性糖含量2.24%、维生素C含量24.1 mg·100 g⁻¹;田间表现抗霜霉病、病毒病。彩萝1号表现为株型半直立,板叶,叶片正面呈红色,叶面少量刺毛;肉质根呈短圆柱形,根皮红色,根肉白色,单根质量120 g。

2.2 选育经过

2015年将高坪区江陵镇农家品种红皮萝卜的自然变异株移栽至南充市农业科学院基地,单株套袋自交,获得种子17粒(M₁)。2016年播种后,构建基础群体,以叶色红、叶片长势旺、无或少刺毛、叶

面积大为标准筛选获得优质单株R1;单株套袋自交后,获得M₂代。2017、2018年,继续选留优良单株,并通过夏繁加代,获得M₃代种子。2018年10月播种后,进行系统比较观察与鉴定,发现R1-31、R1-57株系表现为长势旺、叶片多、叶色红、叶面大、无刺毛,肉质根不发达,整齐度、一致性均极高;筛选株系R1-31、R1-57中的优株混合移栽,群体自交混合留种,编号为Red1,命名为彩萝1号。2019—2021年,分别进行品种比较试验、多点区域试验、抗性鉴定、品质测定与转基因检测试验;2021年进行生产试验。彩萝1号于2023年3月通过四川省非主要农作物品种认定委员会认定,认定编号:川认菜2023004。

3 试验结果

3.1 丰产性

3.1.1 品种比较试验 2019—2020年在南充市农业科学院基地进行品种比较试验,露地栽培,以紫红叶柄、绿叶片的日本紫红色叶大根(简称叶大根,下同)为对照品种。试验采用随机区组设计,3次重

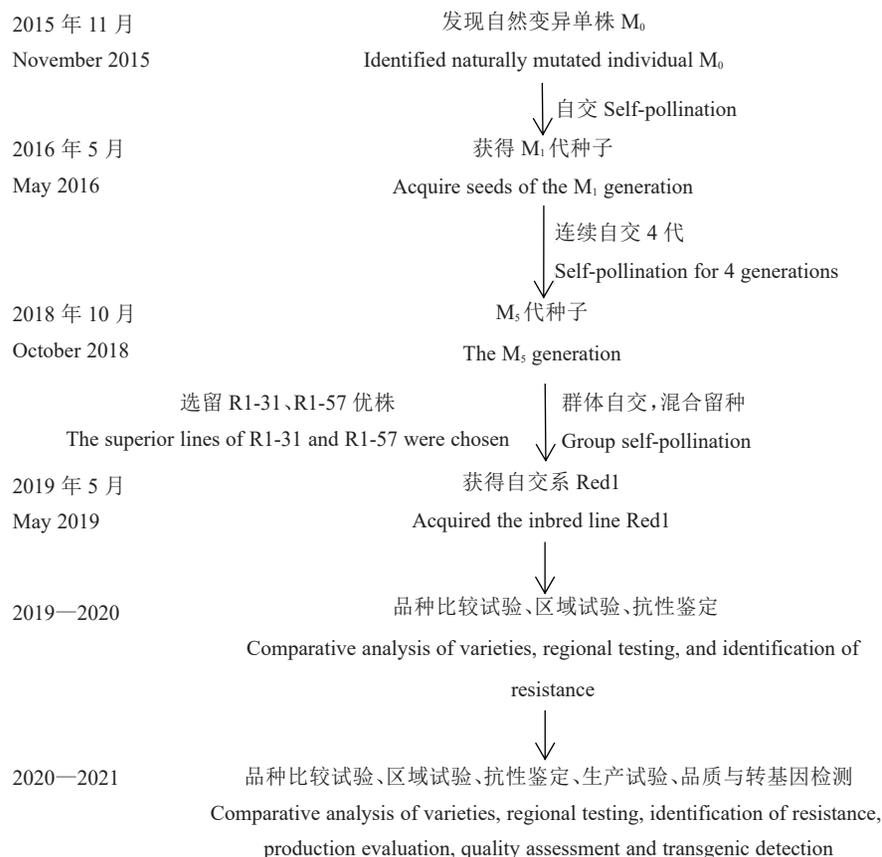


图1 彩萝1号选育过程

Fig. 1 Breeding process of Cailuo No. 1

复,小区面积为 12 m²,每个小区均采用撒播的方式,分别于 9 月中旬和 12 月上旬播种,在 10 月和翌年 1 月一次性采收测产,采收时每个小区随机取 10 株萝卜观察叶片形态指标,并测定单株质量。田间观察发现,彩萝 1 号的叶片为板叶,叶正面呈红色,叶脉、叶柄也为红色,叶面光泽无刺毛;肉质根

不发达,根皮红色,根肉白色。试验结果(表 1)表明,彩萝 1 号秋季播收期 36.5 d,冬季播收期 63.5 d,均与对照相当;彩萝 1 号秋季平均 667 m²产量 2 209.16 kg,比对照增产 2.96%,彩萝 1 号冬季平均 667 m²产量 2 260.02 kg,比对照显著增产 3.22%。

表 1 秋、冬季彩萝 1 号在品种比较试验中的结果

Table 1 The results of the variety comparison test of Cailuo No. 1 in autumn and winter

时间 Time	品种 Cultivar	播收期 Reproductive period/d	叶型 Blade shape	叶色 Leaf color	株高 Plant height/cm	叶长 Blade length/ cm	叶片数 Number of blades	单株质量 Mass of per plant/g	产量 Yield/ (kg·667 m ²)	比 CK+ More than CK+/%
2019—2020 年 秋季	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	35.0	板叶 Ellipse	红色 Red	27.67	26.77*	10.03*	33.19	2 213.88*	4.43
Autumn 2019— 2020	叶大根 Yedagen(CK)	35.0	花叶 Pinnate	浓绿 Green	25.67	25.54	8.17	31.78	2 119.95	
2020—2021 年 秋季	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	38.0	板叶 Ellipse	红色 Red	27.17	27.00*	9.93*	33.05	2 204.44	1.48
Autumn 2020— 2021	叶大根 Yedagen(CK)	38.0	花叶 Pinnate	浓绿 Green	25.83	24.50	8.03	32.57	2 172.20	
平均 Averag	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	36.5	板叶 Ellipse	红色 Red	27.17	26.89*	9.98*	33.12	2 209.16	2.96
	叶大根 Yedagen(CK)	36.5	花叶 Pinnate	浓绿 Green	26.25	25.02	8.10	32.18	2 146.07	
2019—2020 年 冬季	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	64.0	板叶 Ellipse	红色 Red	26.67	28.66*	10.37*	33.75	2 251.13*	3.40
Winter 2019— 2020	叶大根 Yedagen(CK)	64.0	花叶 Pinnate	浓绿 Green	26.83	25.34	9.00	32.64	2 177.20	
2020—2021 年 冬季	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	63.0	板叶 Ellipse	红色 Red	26.50	28.49*	10.23*	34.02	2 268.91*	3.03
Winter 2020— 2021	叶大根 Yedagen(CK)	63.0	花叶 Pinnate	浓绿 Green	26.33	25.04	8.90	33.02	2 202.21	
平均 Average	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	63.5	板叶 Ellipse	红色 Red	26.83	28.58*	10.30*	33.88	2 260.02*	3.22
	叶大根 Yedagen(CK)	63.5	花叶 Pinnate	浓绿 Green	26.33	25.19	8.95	32.83	2 189.71	

注: *表示与对照在 0.05 水平差异显著。下同。

Note: * Indicates that the difference with the control is significant at the 0.05 level. The same below.

3.1.2 区域试验 2019—2021 年在四川成都、南充、广安进行区域试验,试验采用随机区组排列,3 次重复,小区面积 12~20 m²,以叶大根为对照,周围设保护行。667 m²栽培 7.5 万株。9 月中旬和 12 月上旬播种,于 10 月和翌年 1 月一次性采收。试验结果(表 2)表明,彩萝 1 号秋季平均单株质量 29.99 g,比对照增加 3.62%,冬季平均单株质量 31.23 g,比对照显著增加 3.52%。彩萝 1 号秋季平均 667 m²产量 2 180.98 kg,比对照增产 1.66%,彩萝 1 号冬季平均 667 m²产量 2 231.67 kg,比对照增产 1.85%。

3.1.3 生产试验 2021 年在四川成都、南充、广安进行生产试验,以叶大根为对照,试验面积 667 m²,不设置重复。9 月中旬和 12 月上旬播种,分别于 10 月和翌年 1 月采收,按照当地栽培习惯进行田间管理。试验结果(表 3)表明,彩萝 1 号秋季平均 667 m²产量 2 225.02 kg,比对照增产 1.29%;彩萝 1 号冬季平均 667 m²产量 2 173.18 kg,比对照增产 1.96%。

3.2 抗病性

2019—2021 年在南充市农业科学院芦溪基地进行抗病性鉴定试验,以彩萝 1 号和对照品种叶大

表2 秋、冬季彩萝1号在区域试验中的结果
Table 2 The regional test results of Cailuo No. 1 in autumn and winter

时间 Time	试点 Site	品种 Cultivar	小区面积 Experimental plot area/m ²	单株质量 Mass per plant/g	比 CK± More than CK±/%	产量 Yield/ (kg·667 m ²)	比 CK± More than CK±/%
2019—2020 年秋季 Autumn 2019—2020	成都 Chengdu	彩萝1号 Cailuo No. 1	12	31.37*	+4.05	2 162.68	+0.59
		叶大根 Yedagen(CK)	12	30.15		2 149.99	
	南充 Nanchong	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	30.82*	+7.05	2 257.04*	+5.93
		叶大根 Yedagen(CK)	20	28.79		2 130.76	
	广安 Guang'an	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	29.45	+1.69	2 103.60	+1.88
		叶大根 Yedagen(CK)	20	28.96		2 064.74	
2020—2021 年秋季 Autumn 2020—2021	成都 Chengdu	彩萝1号 Cailuo No. 1	12	30.35*	+10.12	2 239.60	-0.34
		叶大根 Yedagen(CK)	12	27.56		2 247.33	
	南充 Nanchong	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	28.87	+2.78	2 172.19	+1.90
		叶大根 Yedagen(CK)	20	28.09		2 131.75	
	广安 Guang'an	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	29.05	-4.00	2 150.78	+0.01
		叶大根 Yedagen(CK)	20	30.26		2 150.59	
平均 Average		彩萝1号 Cailuo No. 1		29.99	+3.62	2 180.98	+1.66
		叶大根 Yedagen(CK)		28.97		2 145.86	
2019—2020 年冬季 Winter 2019—2020	成都 Chengdu	彩萝1号 Cailuo No. 1	12	30.85*	+3.11	2 185.44	+0.25
		叶大根 Yedagen(CK)	12	29.92		2 180.02	
	南充 Nanchong	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	31.39*	+2.78	2 253.34	+2.84
		叶大根 Yedagen(CK)	20	30.54		2 191.21	
	广安 Guang'an	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	31.78*	+5.62	2 220.79	+2.21
		叶大根 Yedagen(CK)	20	30.09		2 172.80	
2020—2021 年冬季 Winter 2020—2021	成都 Chengdu	彩萝1号 Cailuo No. 1	12	30.62	+2.44	2 253.43	+3.33
		叶大根 Yedagen(CK)	12	29.89		2 180.76	
	南充 Nanchong	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	31.54*	+3.65	2 295.46	+2.89
		叶大根 Yedagen(CK)	20	30.43		2 231.04	
	广安 Guang'an	彩萝1号 Cailuo No. 1	20	31.17*	+3.52	2 181.55	-0.41
		叶大根 Yedagen(CK)	20	30.11		2 190.58	
平均 Average		彩萝1号 Cailuo No. 1		31.23*	+3.52	2 231.67	+1.85
		叶大根 Yedagen(CK)		30.16		2 191.07	

表3 彩萝1号生产试验产量结果

Table 3 The production test results of Cailuo No. 1

季节 Season	试点 Site	品种 Cultivar	产量 Yield/(kg·667m ²)	比 CK± More thanCK±/%
秋季 Autumn	成都 Chengdu	彩萝1号 Cailuo No. 1	2 287.21	+1.37
		叶大根 Yedagen(CK)	2 256.25	
	南充 Nanchong	彩萝1号 Cailuo No. 1	2 223.97*	+4.50
		叶大根 Yedagen(CK)	2 127.99	
	广安 Guang'an	彩萝1号 Cailuo No. 1	2 163.87	-0.12
		叶大根 Yedagen(CK)	2 166.45	
平均 Average		彩萝1号 Cailuo No. 1	2 225.02	+1.90
		叶大根 Yedagen(CK)	2 183.56	
冬季 Winter	成都 Chengdu	彩萝1号 Cailuo No. 1	2 159.50	+1.29
		叶大根 Yedagen(CK)	2 131.95	
	南充 Nanchong	彩萝1号 Cailuo No. 1	2 246.20	+2.05
		叶大根 Yedagen(CK)	2 201.14	
	广安 Guang'an	彩萝1号 Cailuo No. 1	2 113.85	+2.56
		叶大根 Yedagen(CK)	2 061.18	
平均 Average		彩萝1号 Cailuo No. 1	2 173.18	+1.96
		叶大根 Yedagen(CK)	2 131.42	

根为试验材料,采取随机区组设计,3次重复,小区面积 26 m²,每个小区撒播。采用田间自然诱发的方式进行抗病性调查,按照国家种质资源库《萝卜种质资源描述规范和数据分级标准》^[10]对萝卜霜霉病、病毒病进行调查统计分析:在小区范围内,由同一人逐株调查全部植株霜霉病、病毒病发生情况,

采用病情指数 DI 进行群体抗病性评价, $DI = \frac{\sum(\text{病级数值} \times \text{该病级株数})}{(\text{病级最高值} \times \text{调查株数})} \times 100$ 。试验结果(表 4)显示,彩萝 1 号霜霉病病情指数为 14.65,发病率为 28.85%;病毒病病情指数为 5.90,发病率为 11.70%。彩萝 1 号抗霜霉病、病毒病,田间抗性表现与对照叶大根相当。

表 4 彩萝 1 号田间抗病调查结果

Table 4 The disease identification results of Cailuo No.1 in field

年份 Year	品种 Cultivar	霜霉病 Downy mildew			病毒病 Viral disease		
		发病率 Incidence rate/%	病情指数 Disease index	抗性等级 Resistance	发病率 Incidence rate/%	病情指数 Disease index	抗性等级 Resistance
2020	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	32.40	14.50	抗 R	12.20	6.10	抗 R
	叶大根 Yedagen(CK)	35.50	24.30	抗 R	23.30	10.50	抗 R
2021	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	25.30	14.80	抗 R	11.20	5.70	抗 R
	叶大根 Yedagen(CK)	34.90	23.30	抗 R	24.30	12.40	抗 R
平均 Average	彩萝 1 号 Cailuo No. 1	28.85	14.65		11.70	5.90	
	叶大根 Yedagen(CK)	35.20	23.80		23.80	11.45	

注:霜霉病抗病类型与病情指数分别对应为:高抗(HR), $0 \leq \text{病情指数} \leq 11.11$;抗病(R), $11.12 \leq \text{病情指数} \leq 33.33$;中抗(MR), $33.34 \leq \text{病情指数} \leq 55.54$;感病(S), $55.55 \leq \text{病情指数} \leq 77.74$;高感(HS), $77.75 \leq \text{病情指数} \leq 100$ 。病毒病抗病类型与病情指数分别对应为:免疫(I),病情指数=0;高抗(HR), $0 < \text{病情指数} \leq 5$;抗病(R), $5 < \text{病情指数} \leq 15$;中抗(MR), $15 < \text{病情指数} \leq 30$;感病(S), $30 < \text{病情指数} \leq 45$;高感(HS),病情指数>45。

Note: The resistance type and disease index of downy mildew correspond to: High resistance (HR), $0.1 \leq \text{Disease index} \leq 11.11$; Disease resistance (R), $11.12 \leq \text{Disease index} \leq 33.33$; Moderate resistance (MR), $33.34 \leq \text{Disease index} \leq 55.54$; Disease susceptibility (S), $55.55 \leq \text{Disease index} \leq 77.74$; High sensitivity (HS), $77.75 \leq \text{Disease index} \leq 100$. The resistance type and disease index of viral disease correspond to: Immunity (I), Disease index 0; High resistance (HR), $0 < \text{Disease index} \leq 5$; Disease resistance (R), $5 < \text{Disease index} \leq 15$; Moderate resistance (MR), $15 < \text{Disease index} \leq 30$; Disease susceptibility (S), $30 < \text{Disease index} \leq 45$; High sensitivity (HS), Disease index > 45.

3.3 品质

2020 年经四川省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所测定,由测试结果(表 5)可以看出,彩萝 1 号叶片的花青素含量(w ,后同)177.01 mg·kg⁻¹,维生素 C 含量 71.80 mg·100 g⁻¹,可溶性固形物含

量 6.40%,蛋白质含量 2.57 g·100 g⁻¹,钙含量 1 430.00 mg·kg⁻¹,钼含量 0.21 mg·kg⁻¹。彩萝 1 号叶片花青素含量远高于对照品种,是叶大根的 48.23 倍,钼元素含量也高于对照品种,是叶大根的 1.91 倍,品质优势明显。

表 5 品质测定结果

Table 5 The quality measurement results of variety Cailuo No.1

品种 Cultivar	w(矢车菊色素) Cyanidin content/ (mg·kg ⁻¹)	w(天竺葵色素) Pelargonium pigment content/ (mg·kg ⁻¹)	w(花青素) Anthocyanin content/ (mg·kg ⁻¹)	w(维生素 C) Vitamin C content/ (mg·100 g ⁻¹)	w(可溶性 固形物) Soluble solid content/%	w(蛋白质) Protein content/ (g·100 g ⁻¹)	w(钙) Calcium content/ (mg·kg ⁻¹)	w(钼) Molybdenum content/ (mg·kg ⁻¹)
彩萝 1 号 Cailuo No. 1	5.01	172.00	177.01	71.80	6.40	2.57	1 430.00	0.21
叶大根 Yedagen(CK)	0.17	3.50	3.67	70.60	6.60	2.49	1 442.00	0.11

4 品种特征特性

彩萝 1 号在四川地区秋季露地种植播收期约 37 d,冬季露地种植播收期约 64 d。株型半直立,平

均株高 27 cm;肉质根不发达,根皮红色,根肉白色;板叶,叶缘有波纹,心叶紫红色,成熟叶片正面呈红色,叶脉、叶柄红色,叶面有光泽无刺毛。商品期叶片数 10 片左右、平均单株质量 33.00 g 左右,667 m²

产量 2200 kg 左右;叶片花青素总含量 $177.01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 钼含量 $0.21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;田间表现抗霜霉病、病毒病。适宜在四川省平坝浅丘地区秋冬季种植(详见彩插 6)。

5 栽培技术要点

四川省平坝浅丘地区的播期为 9 月中旬至 12 月下旬。整地施肥时,选择土层深厚疏松、排水良好的壤土,并避开前茬为十字花科作物的地块;667 m² 施入充分腐熟的农家肥 2000 kg、复合肥 20 kg 作基肥,3 犁 3 耙,反复旋耕,使肥料和土壤充分混匀。采用撒播或条播的方式播种,667 m² 用种量 2 kg。出苗后,追肥 2~3 次,使用 0.1% 尿素溶液加 0.1% 磷酸二氢钾溶液进行叶面喷洒追肥。齐苗后,间苗 1 次;2~3 片叶时,结合中耕除草,再间苗 1 次,株行距约 8 cm,667 m² 保苗 7.5 万株。苗期病虫害防控时,重点防治猝倒病、蚜虫、跳甲等病虫害。当叶片数达到 8~10 片时及时采收。在采收运输过程中应轻拿轻放,以免降低外观品质,避免堆压过

重发生损伤、腐烂。

参考文献

- [1] 张小康,熊秋芳,张雪丽,等.叶用萝卜营养品质分析及比较试验[J].长江蔬菜,2017(14): 60-62.
- [2] 李雪,赵士文,白雅晖,等.不同萝卜品种芽苗菜综合评价[J].中国瓜菜,2023,36(9): 94-101.
- [3] 王婷,王江龙,贾毅男,等.不同品种萝卜品质及挥发性物质研究[J].食品安全质量检测学报,2023,14(23): 89-98.
- [4] 李丽.氮素浓度及形态对叶用萝卜硝酸盐含量的影响[D].武汉:华中农业大学,2004.
- [5] 王成,王辉,苏小俊.叶用萝卜育种现状及发展趋势[J].长江蔬菜,2012(12): 11-13.
- [6] 张军,连瑛.出口叶用萝卜品种比较[J].蔬菜,2018(10): 75-78.
- [7] 史锡春,王杰锋,陈亦辉.九种叶用萝卜专用品种[J].长江蔬菜,2013(7): 19-20.
- [8] 王超楠,刘晓晖,黄志银,等.叶用萝卜新品种翠绿 30 的选育[J].长江蔬菜,2018(24): 40-41.
- [9] 蒲全明,杨鹏,雍磊,等.萝卜紫红叶色突变体的色素含量及光合特性研究[J].中国农业科技导报,2021,23(8): 45-54.
- [10] 李锡香,沈镡.萝卜种质资源描述规范和数据分级标准[M].北京:中国农业出版社,2007.