



温璐, 马小红, 马海霞, 等. 宁夏不同播期胡萝卜品种综合评价[J]. 江西农业大学学报, 2023, 45(5): 1166–1182.
WEN L, MA X H, MA H X, et al. Comprehensive evaluation of carrot varieties with different sowing dates in Ningxia[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2023, 45(5): 1166–1182.

宁夏不同播期胡萝卜品种综合评价

温璐¹, 马小红¹, 马海霞¹, 寇宏业¹, 马嘉伟¹, 付金军²,
胡新华², 王晓敏^{1,3,4*}, 高艳明^{1,3,4}, 李建设^{1,3,4}

(1. 宁夏大学 葡萄酒与园艺学院, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏巨丰种苗有限责任公司, 宁夏 银川 750021; 3. 宁夏现代设施园艺工程技术研究中心, 宁夏 银川 750021; 4. 宁夏优势特色作物现代分子育种重点实验室, 宁夏 银川 750021)

摘要:【目的】为筛选出适宜宁夏地区种植的胡萝卜品种, 并探究不同胡萝卜品种适宜的播期。【方法】以改良新黑田五寸为对照品种, 对国内外 14 个胡萝卜品种进行 4 个播期(5 月 7 日, 5 月 20 日, 6 月 20 日和 7 月 17 日)的引种试验, 并采用主成分分析法、隶属函数法对参试品种的综合性状进行评价。【结果】5 月 20 日种植的各胡萝卜品种肉质根形态性状指标值如根长、单根重、中柱横径等, β -胡萝卜素含量, 可溶性固形物含量和口感赋值结果较高, 其中品种 17-13 为肉质根形态最好的品种, 同时该品种 β -胡萝卜素含量最高(1.39 mg/g), 16-823 可溶性固形物含量最高(17.57%), 16-801 口感赋值结果最高(2.56), 并在 4 个播期内均大于等于 2.00, 为口感最佳的品种。6 月 20 日种植的胡萝卜品种产量较高, 其中 17-13 每 667 m² 产量最高(9 857.82 kg), 较对照增产 50.60%。7 月 17 日种植的胡萝卜品种含水量较高, 其中 17-212 含水量最高(93.77%)。基于主成分分析的综合评价表明, 参试胡萝卜在 4 个播期综合性状最好的品种分别为 16-890(*D* 值 0.753)、17-13(*D* 值 0.934)、D1202(*D* 值 0.762)、17-13(*D* 值 0.752), 其中 17-13 和 D1202 在其他播期的综合排名均靠前。【结论】17-13 和 D1202 可适于 4 个播期种植且综合性状较好。不同的胡萝卜品种只有在适宜的播期种植, 才能真正实现胡萝卜的高产、稳产, 从而收获更多的经济效益。研究为丰富宁夏胡萝卜产业适宜品种提供参考, 也为该地区胡萝卜栽培提供理论指导。

关键词: 胡萝卜; 引种; 播期; 品种特性; 综合评价

中图分类号: S631.2 文献标志码: A

文章编号: 1000-2286(2023)05-1166-17

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Comprehensive Evaluation of Carrot Varieties with Different Sowing Dates in Ningxia

WEN Lu¹, MA Xiaohong¹, MA Haixia¹, KOU Hongye¹, MA Jiawei¹, FU Jinjun²,
HU Xinhua², WANG Xiaomin^{1,3,4*}, GAO Yanming^{1,3,4}, LI Jianshe^{1,3,4}

(1. College of Enology and Horticulture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. Ningxia Jufeng Seedling Co., Ltd., Yinchuan 750021, China; 3. Ningxia Modern Facility Horticulture Engineering Technology Research Center, Yinchuan 750021, China; 4. Key Laboratory of Modern Molecular Breeding for Dominant and Special Crops in Ningxia, Yinchuan 750021, China)

收稿日期: 2023-07-10 修回日期: 2023-09-02

基金项目: 宁夏回族自治区农业特色优势产业育种专项(2020–2024)(NXNYZZ20200101)和中央引导地方科技发展专项(2022FRD05040)

Project supported by the Breeding Special Project of Ningxia Hui Autonomous Region Agricultural Characteristic Advantage Industry (2020–2024) (NXNYZZ20200101) and Special Project of Central Government Guiding Local Science and Technology Development(2022FRD05040)

作者简介: 温璐, 硕士生, orcid.org/0009-0002-5804-6979, 1098248548@qq.com; *通信作者: 王晓敏, 副教授, 主要从事蔬菜分子育种与生物技术等研究, orcid.org/0000-0001-7355-570X, wangxiaomin_1981@163.com.

Abstract: [Objective] This study aims to screen out the carrot varieties suitable for planting in Ningxia and explore the suitable sowing date of the varieties. [Method] The New Heitianwucun was used as the control variety, and 4 sowing dates (May 7, May 20, June 20 and July 17) of 14 carrot varieties at home and abroad were introduced and tested. Principal component analysis and membership function method were adopted to evaluate the comprehensive traits of the tested varieties. [Result] The indexes of fleshy root morphological traits, such as root length, single root weight, transverse diameter of column, β -carotene content, soluble solids content and taste of carrot varieties planted on May 20 were higher. Among them, 17-13 was the best variety of fleshy root morphology. In addition, the β -carotene content of this variety was the highest (1.39 mg/g), the soluble solids content of 16-823 was the highest (17.57%). 16-801 had the highest taste assignment results (2.56), which was higher than or equal to 2.00 in the 4 sowing dates. This variety was the best tasting one. The carrot variety planted on June 20 was with higher yields, and the yield of 17-13 was the highest yield per 667 m² (9 857.82 kg), which was 50.60% higher than that of the control. The water content of the varieties planted on July 17 was higher, and the water content of 17-212 was the highest (93.77%). The comprehensive evaluation based on principal component analysis showed that the carrot varieties with the best comprehensive traits at the 4 sowing dates were 16-89 (D value 0.753), 17-13 (D value 0.934), D1202 (D value 0.762), 17-13 (D value 0.752). Among them, 17-13 and D1202 ranked high in the comprehensive ranking of other sowing dates. [Conclusion] 17-13 and D1202 are suitable for 4 sowing dates and they have good comprehensive traits. Different carrot varieties can truly achieve high and stable yields and gain more economic benefits if they are planted at suitable sowing dates. This study provides a reference for enriching the suitable varieties of carrot industry in Ningxia, and provides theoretical guidance for carrot cultivation in this area.

Keywords: carrot; introduction; sowing date; varietal characteristics; comprehensive evaluation

【研究意义】胡萝卜 (*Daucus carota* L.) 为全球十大蔬菜之一, 营养丰富, 质脆味美, 具有非常高的营养价值和多种保健功效^[1-4]。我国被誉为世界第一大胡萝卜生产国, 其种植产量占世界总产量的 1/3^[5]。结合国家“一带一路”的发展倡议, 全面提升瓜菜产业, 丰富蔬菜品种, 推动蔬菜高端市场的发展是现阶段我国瓜菜产业发展的主要方向^[6]。胡萝卜因其脆爽的口感, 丰富的营养含量, 深受我国及阿拉伯国家人民的喜爱。宁夏作为“一带一路”发展的重要地区之一, 气候春迟夏短, 四季分明, 年平均气温 8.5℃左右, 这与胡萝卜喜温的气象条件十分吻合, 因此非常适宜种植该作物^[7]。

【前人研究进展】优良品种的引选和应用是农业优产稳产的关键^[8]。王淳^[9]通过引进国内外 12 个鲜食胡萝卜品种, 对各个品种的生长特性和营养、外观品质进行综合分析, 评选出了最适宜华北地区栽培的鲜食胡萝卜品种。目前宁夏地区也开展了许多优良胡萝卜品种的筛选试验。冯海萍等^[10]就宁夏部分地区夏播胡萝卜品种进行筛选, 通过主成分分析法和隶属函数综合评价法挑选出了 5 个综合性状较好的品种; 王晓敏等^[11]以 5 个不同的迷你胡萝卜品种为试验材料, 通过比较其抗逆性、商品性、产量、肉质根形态、品质性状等指标, 最终通过综合评价筛选出适宜宁夏地区种植的优良的迷你胡萝卜品种。但由于春夏季温度变化较大, 仅一个播期的品种筛选试验不足以确定某一品种在该地区适宜种植的具体时期。合理的播期不仅能够调节胡萝卜的生长发育进程和生物学特征, 还能使其与当地适宜的气候生态条件一致, 提高温光资源利用率^[12]。郑重阳等^[13]以胡萝卜品种黑田五寸为试验材料, 通过测定其不同播期下的经济性状、产量等指标, 发现太原地区春季在 4 月 5 日—10 日播种的胡萝卜根形指数、产量和胡萝卜素含量等指标均优于其他播期, 而宁夏地区尚未进行此类研究。

【本研究切入点】目前的研究大多集中在同一播期下不同胡萝卜的特性评价或同一品种在不同播期下各性状指标的变化, 而不同播期下不同品种胡萝卜特性评价研究, 以及不同气象因子与胡萝卜性状指标的相关性研究均尚未报道。【拟解决的关键问题】本研究拟以改良新黑田五寸为对照品种, 国内外 14 个胡萝卜品种为材料, 通过设置不同播种时间, 探究不同播期对胡萝卜肉质根性状、产量及品质指标的影响规律, 采用主成分分析法、隶属函数法对参试品种间的综合性状进行评价, 结合气象数据, 探究气象因

子与胡萝卜不同性状指标间的相关性,以此筛选出适宜宁夏地区栽培的高产、优质、综合性状优良的胡萝卜品种。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的 15 个胡萝卜品种由宁夏巨丰种苗有限责任公司、上海实满丰种业有限公司、北京世农种苗有限公司等提供,供试品种编号、名称及来源详见表 1。

表 1 胡萝卜品种名称及品种来源
Tab.1 Variety names and sources of carrots

序号 No.	品种名称 Variety name	种子生产公司 Seed production company	来源地 Source
1	16-800(黄色)	宁夏巨丰种苗有限责任公司	宁夏
2	16-801(黄色)	宁夏巨丰种苗有限责任公司	宁夏
3	16-823(黄色)	甘肃酒泉市肃州区百合园	甘肃
4	16-824(黄色)	甘肃酒泉市肃州区百合园	甘肃
5	16-853(橙色)	北京金种惠农农业科技发展有限公司	北京
6	16-890(橙色)	北京世农种苗有限公司	北京
7	17-11(橙色)	杭州三雄种苗有限公司	浙江
8	17-13(橙色)	杭州三雄种苗有限公司	浙江
9	17-211(橙色)	上海惠和种业有限公司	上海
10	17-212(橙色)	上海惠和种业有限公司	上海
11	17-442(红色)	上海实满丰种业有限公司	上海
12	D1202(橙色)	北京世农种苗有限公司	北京
13	普兰克(橙色)	宁夏巨丰种苗有限责任公司	宁夏
14	紫鸾(紫色)	北京育正泰种子有限公司	北京
15	改良新黑田五寸(CK/橙色)	北京世农种苗有限责任公司	北京

1.2 试验设计

试验于宁夏中部黄河冲积平原永宁县境内宁夏大学实验农场的日光温室阳畦,位于 38°38′~38°26′N, 105°49′~106°22′E,地处中温带干旱气候区,光照充足,昼夜温差较大^[14]。试验采用完全随机区组设计,每个播期安排 1 个试验,每个播期试验设置 15 个处理,以改良新黑田五寸为对照(CK),重复 3 次,每个小区面积 9.8 m²,每垄种植 4 行,试验区两边各设置 1 垄保护行。试验采用高垄覆膜技术进行栽培,各处理田间管理措施一致,具体栽培方法以及田间管理措施参考王晓敏等^[11]的方法。试验进行的具体播种时期以及试验地具体气象数据见表 2,数据由宁夏回族自治区银川市永宁县气象站提供。

表 2 试验具体播期及气象情况
Tab.2 Experiment specific sowing date and meteorological conditions

编号 No.	播期/ (月-日) Sowing date	收获期 Harvest date	日平均温度/℃ Daily mean temperature	累积降水量/mm Accumulation precipitation	总日照时数/h Total sunshine hours	平均相对湿度/% Average relative humidity	≥10℃积温累积值 ≥10℃ accumulated temperature cumulative value
B1	05-07	08-27	22.80	123.30	1 176.10	48.98	2 446.00
B2	05-20	09-12	24.13	130.90	1 186.10	53.40	2 789.51
B3	06-20	10-15	23.05	131.20	1 091.80	54.10	2 102.80
B4	07-17	11-01	17.47	90.22	1 014.70	59.15	1 634.60

1.3 各项指标测定

1.3.1 观察记录各项指标 收获后按小区单收计产,每个播期胡萝卜随机抽取9株,对其肉质根形、根长、单根重、根肩粗、根中粗、中柱横径、根光洁度、根外皮颜色、韧皮部颜色、中柱颜色、667 m²产量、β-胡萝卜素含量、可溶性固形物含量、含水量和肉质口感进行观测记载。

1.3.2 肉质根性状指标的测定方法 肉质根形态分为圆锥和圆柱;根长测量从肉质根顶端肩部至底部膨大处的距离;将9株胡萝卜分为3组,3株为1组,用1/100的电子秤称量,每组称量后平均值为单根重;用游标卡尺测量肉质根横径分为根肩粗和根中粗;根形指数计算公式为:根形指数=根中粗/根肩粗;中柱横径为根中粗部位的中柱;观察肉质根外表皮的光洁程度;观察肉质根的外表皮色泽、韧皮部色泽和中柱色泽是否一致。对所测性状进行赋值,具体见表3。

1.3.3 产量指标的测定方法 收获后按小区单收计产,再利用公式计算667 m²产量:

$$667\text{ m}^2\text{产量}(\text{kg})=\text{小区产量}(\text{kg})/[\text{小区面积}(\text{m}^2)\times0.001\ 5]$$

1.3.4 品质指标的测定方法 β-胡萝卜素含量的测定参照国际标准的方法,采用石油醚—丙酮混合溶液萃取可见分光光度计比色法进行测定^[15];可溶性固形物含量使用手持可溶性固形物测定仪测定^[16];含水量的测定方法为切取胡萝卜组织,迅速放入已知重量的铝盒中,称出鲜重(W_f);将植物组织连同铝盒放入已升温至105℃的烘箱中,杀青15 min,然后于80℃下烘至恒重,称出干重(W_d),组织含水量(占鲜重%)=(W_f-W_d)/ $W_f\times100\%$ 。口感按照表3进行赋值。

表3 胡萝卜性状赋值

Tab.3 The character assignment of carrots

根形赋值 Root shape assignment	根光洁度赋值 Root finish assignment	三色赋值 Three color assignment	口感赋值 Taste assignment
圆柱(1)	较光(1)	三色一样(2)	甜(1)脆(1)水(1)
	一般(0)	两色一样(1)	中(0)中(0)中(0)
圆锥(0)	差(-1)	三色都不同(0)	苦(-1)蔫(-1)柴(-1)

1.4 数据处理

采用Excel 2010进行数据统计、计算及隶属函数分析;DPS 7.01统计软件中LSD法进行数据差异显著性分析;Origin 2021进行皮尔逊相关性分析;SPSS 2.0进行主成分分析。按照全倩等^[17]的方法计算综合指标的隶属函数值和综合指标权重,并对各指标进行综合评价。

$$u(X_j)=(X_j-X_{\min})/(X_{\max}-X_{\min})\ j=1,2,3,\cdots,n$$
 (1)

式中, X_j 表示第j个综合指标; $X_{\max}$ 和 $X_{\min}$ 分别表示第j个综合指标的最大值和最小值。

权重计算公式:

$$W_j=P_j/\sum_{j=1}^n P_j\ j=1,2,3,\cdots,n$$
 (2)

式中, P_j 表示不同胡萝卜品种第j个综合指标的贡献率。综合评价D值计算公式:

$$D=\sum_{j=1}^n [u(X_j)\times W_j]\ j=1,2,3,\cdots,n$$
 (3)

2 结果与分析

2.1 不同播期胡萝卜品种肉质根性状的评价

由表4可知,不同播期对不同胡萝卜品种肉质根性状有显著影响,在根形赋值结果中,16-800、17-11、17-13、17-442和紫鸢肉质根为圆锥形,16-824为圆柱形,除上述品种未受播期影响外,其余参试品种根形在4个播期内有显著差异,但无明显变化规律。在肉质根形态指标方面,如根长、单根重、根肩粗、根中粗、根形指数以及中柱横径,大部分参试品种在B2播期显著高于其他播期。根长变幅范围在13.01~24.28 cm,4个播期均大于对照品种的有16-800、16-801、16-823、17-13、17-442、D1202、普兰克和紫鸢;单根重变幅范围在65.56~182.11 g,4个播期均超过对照品种的有16-823、16-824和17-13;根肩粗变幅范围在26.02~46.41 mm,4个播期均大于对照品种的仅有17-13;根中粗变幅范围在22.70~39.62 mm;根形指数变幅范围在0.64~1.10,4个播期均大于对照品种的有16-801、16-823、16-890、17-211、

17-212、17-442和D1202;中柱横径变幅范围在6.56~18.58 mm,4个播期均大于对照品种的有17-13和17-22。综合来看,17-13、16-801和16-823依次为肉质根形态表现较好的品种。在根光洁度赋值结果中,17-212根光洁度好,16-853根光洁度一般,紫鸢根光洁度差,除上述品种外,其他品种根光洁度受到播期的影响,且在B2和B3播期根光洁度较好,说明根光洁度会受到品种自身以及播期的影响;16-801、16-824、16-890、17-11、17-13、17-211和D1202根光洁度较好,其余品种根光洁度均较差。三色赋值结果除16-800、16-824、16-89、17-11、17-13以及普兰克,其他品种三色赋值结果在4个播期内虽有变化,但无明显变化规律。

2.2 不同播期胡萝卜品种产量的评价

由表5可知,不同播期对不同胡萝卜品种每667 m²产量有显著影响。其中除16-890、17-11、17-211、17-442每667 m²产量在B2播期最高外,其余品种在B3播期每667 m²产量均显著高于其他播期。17-13在前3个播期产量均最高,在B1播期每667 m²产量为7 959.18 kg,较对照增产36.13%;B2播期每667 m²产量为8 548.30 kg,较对照增产31.33%;B3播期每667 m²产量高达9 857.82 kg,较对照增产50.60%,为4个播期的最高产量。B4播期每667 m²产量最高的品种为16-801(6 631.97 kg),较对照增产26.18%。其中4个播期均较对照增产的品种有17-13和D1202。对每个参试品种在4个播期中的产量进行平均,并对其进行排名,最终排名前3的品种为17-13、16-890和D1202,平均每667 m²产量分别为8 244.56 kg、6 690.31 kg和6 617.52 kg。

2.3 不同播期胡萝卜品种品质的评价

由表6可知,不同播期对不同胡萝卜品种品质有显著影响。在 β -胡萝卜素含量方面,所有参试品种B2播期含量显著高于其他播期。 β -胡萝卜素含量变幅范围在0.16~1.39 mg/g,除了普兰克外,其余参试品种 β -胡萝卜素含量在4个播期均高于对照品种,其中,17-13在4个播期的 β -胡萝卜素含量均超过同播期的其他品种,最高可达1.39 mg/g;16-823和紫鸢的 β -胡萝卜素在4个播期内含量也较高,最高为1.25 mg/g和1.18 mg/g。可溶性固形物含量在B2播期显著高于其他播期,参试品种含量在7.30%~17.57%,其中16-800、16-801、16-823、16-853、17-11、17-13、17-211、D1202和普兰克在4个播期均高于对照品种;16-823含量最高,可达17.57%。大部分参试品种含水量在B4播期最高,变幅范围为81.52%~93.77%;其中17-212含水量在3个播期中高于对照品种,在B4播期高达93.77%,为含水量最高的品种。在口感方面,大部分参试品种在B2、B3播期的甜度较高,相应的此播期的口感赋值也较高。而脆度、水分较高多出现在B1、B4播期。参试品种中口感赋值在4个播期均高于对照品种的有16-801、16-823、17-11、17-211、17-212以及普兰克,其中16-801和17-212在4个播期口感赋值均大于等于2.00,前者口感赋值更高,该品种同时兼顾了甜度、脆度和水分,因此口感最佳。

2.4 胡萝卜品种各指标间相关性分析

对14个胡萝卜指标进行相关性分析。由图1可知,根形赋值结果与根长呈极显著负相关,相关系数为-0.338;单根重与根长、根肩粗、根中粗、根形指数、中柱横径呈极显著正相关,相关系数分别为0.348、0.748、0.692、0.494和0.633;根肩粗与根中粗、根形指数和中柱横径呈极显著性正相关,相关系数分别为0.737、0.344和0.718;根中粗与根形赋值结果、根形指数和中柱横径呈极显著性正相关,相关系数为0.350、0.643和0.699;根形指数与中柱横径呈极显著正相关,相关系数为0.512;根光洁度赋值结果与根形赋值结果、单根重、根肩粗、根中粗、根形指数和中柱横径均呈极显著正相关,相关系数分别为0.430、0.365、0.418、0.574、0.468和0.541,但与根长呈显著负相关,相关系数为-0.254;三色赋值结果分别与根光洁度赋值结果和中柱横径呈极显著和显著正相关,相关系数分别为0.378和0.283;产量分别与单根重、根肩粗、根中粗、根形指数、中柱横径和根光洁度赋值结果呈极显著性正相关,相关系数分别为0.774、0.644、0.601、0.359、0.642和0.353,与根长显著相关,相关系数为0.266; β -胡萝卜素含量与单根重、中柱横径、产量和可溶性固形物含量呈极显著正相关,相关系数为0.361、0.351、0.346和0.596;可溶性固形物含量与根形指数、中柱横径和口感赋值结果呈显著正相关,相关系数为0.334、0.244和0.324;含水量与根长呈显著负相关,相关系数为-0.317,与 β -胡萝卜素含量和可溶性固形物含量呈极显著负相关,相关系数为-0.677和-0.672;口感赋值结果与根形指数显著正相关,相关系数为0.334。

表 4 不同播期胡萝卜品种肉质根性状的评价

Tab.4 Evaluation of fleshy root characters of carrot varieties at different sowing dates

品种 Variety	播期 Sowing date	根形赋值 结果 Root shape assignment result	根长/cm Root length	单根重/g Single root weight	根肩粗/cm Root shoulder diameter	根中粗/cm Root diameter	根形指数 Root index	中柱横径/cm Transverse diameter of column	根光洁度赋 值结果 Smoothness assignment result of root skin	三色性状描述 (根外皮、韧皮 部、中柱) Description of tricolor trait	三色赋值结 果 Three color assignment result
16-800	B1	0.00	17.84±0.14 ^{ab}	85.78±1.23 ^c	31.29±0.21 ^{ab}	26.41±0.11 ^b	0.75±0.02 ^c	7.41±0.14 ^b	-1.00±0.00 ^b	黄、黄、浅黄	1.00±0.00 ^c
	B2	0.00	18.29±0.26 ^{ab}	111.78±2.44 ^{ab}	31.71±0.50 ^{ab}	23.69±0.08 ^b	0.91±0.03 ^{ab}	9.64±0.21 ^{ab}	-0.22±0.04 ^a	黄、黄、黄	2.00±0.00 ^a
	B3	0.00	19.51±0.18 ^a	172.67±2.16 ^a	37.68±0.42 ^a	33.43±0.13 ^a	0.95±0.01 ^a	10.58±0.09 ^a	0.00±0.00 ^a	黄、黄、黄	2.00±0.00 ^a
	B4	0.00	15.46±0.31 ^b	98.11±0.97 ^b	29.88±0.18 ^b	28.15±0.02 ^b	0.86±0.02 ^b	9.88±0.15 ^{ab}	-0.11±0.06 ^a	黄、黄、 黄/浅黄	1.22±0.17 ^b
16-801	B1	0.77±0.08 ^a	16.36±0.12 ^a	96.00±1.32 ^b	31.40±0.77 ^b	27.96±0.18 ^b	0.85±0.03 ^b	6.82±0.03 ^b	0.00±0.00 ^c	橙黄、 橙黄、黄	1.00
	B2	0.78±0.08 ^a	17.84±0.17 ^a	141.22±2.46 ^{ab}	31.34±0.15 ^b	27.16±0.06 ^b	0.89±0.07 ^a	6.56±0.08 ^b	1.00±0.00 ^a	橙黄、 橙黄、黄	1.00
	B3	0.56±0.12 ^{ab}	17.92±0.22 ^a	150.78±1.05 ^a	46.41±0.67 ^a	39.62±0.29 ^a	0.91±0.13 ^a	14.30±0.12 ^a	0.56±0.17 ^b	橙黄、 橙黄、黄	1.00
	B4	0.67±0.17 ^b	16.01±0.05 ^a	106.89±1.71 ^{ab}	35.67±0.06 ^b	32.25±0.09 ^{ab}	0.87±0.09 ^{ab}	8.44±0.17 ^b	0.00±0.00 ^c	橙黄、 橙黄、黄	1.00
16-823	B1	0.00±0.00 ^b	15.69±0.16 ^b	111.00±2.01 ^c	26.02±0.32 ^b	27.65±0.06 ^b	0.84±0.07 ^b	9.47±0.13 ^b	-1.00±0.00 ^b	橙黄、 橙黄、黄	1.00
	B2	0.00±0.00 ^b	18.74±0.07 ^a	147.89±2.33 ^{ab}	33.04±0.45 ^a	32.41±0.17 ^a	0.96±0.01 ^a	12.25±0.20 ^a	-0.56±0.03 ^b	橙黄、 橙黄、黄	1.00
	B3	0.33±0.21 ^a	19.73±0.01 ^a	162±3.40 ^a	35.36±0.11 ^a	33.35±0.26 ^a	0.97±0.12 ^a	11.35±0.11 ^a	-0.33±0.01 ^c	橙黄、 橙黄、黄	1.00
	B4	0.00±0.00 ^b	18.74±0.24 ^a	139.89±1.52 ^b	34.33±0.23 ^a	29.69±0.16 ^a	0.87±0.05 ^b	9.38±0.17 ^b	-0.11±0.08 ^a	橙黄、橙黄、 黄	1.00
16-824	B1	1.00	16.73±0.17 ^a	135.00±0.69 ^b	41.22±0.39 ^a	28.81±0.16 ^b	0.70±0.04 ^b	8.90±0.16 ^{bc}	0.78±0.14 ^a	黄、黄、黄	2.00±0.00 ^a
	B2	1.00	19.17±0.22 ^a	140.33±3.96 ^{ab}	39.57±0.19 ^a	30.65±0.22 ^b	0.92±0.06 ^a	16.56±0.27 ^a	1.00±0.00 ^a	黄、浅黄/ 黄、黄	1.33±0.11 ^b
	B3	1.00	17.91±0.15 ^a	173.67±4.19 ^a	43.09±0.20 ^a	38.95±0.30 ^a	0.95±0.10 ⁶	14.66±0.18 ^{ab}	1.00±0.00 ^a	黄、浅黄/ 黄、黄	1.22±0.03 ^b
	B4	1.00	13.29±0.03 ^b	123.67±2.88 ^b	30.68±0.04 ^b	29.11±0.1 ^b	0.77±0.02 ^b	6.85±0.02 ^c	0.89±0.00 ^a	黄、黄、黄	2.00±0.00 ^a
16-853	B1	0.78±0.11 ^a	14.57±0.08 ^c	95.78±0.43 ^c	30.97±0.12 ^c	23.69±0.09 ^c	0.77±0.02 ^b	7.41±0.02 ^b	0.00	橙、橙、橙	2.00
	B2	0.89±0.26 ^a	19.02±0.11 ^a	165.44±1.92 ^a	43.66±0.21 ^a	38.15±0.28 ^a	0.92±0.06 ^a	12.79±0.15 ^a	0.00	橙、橙、橙	2.00
	B3	0.78±0.08 ^a	17.14±0.25 ^b	159.00±1.25 ^a	40.11±0.41 ^{ab}	31.05±0.21 ^b	0.88±0.03 ^a	14.65±0.14 ^a	0.00	橙、橙、橙	2.00
	B4	0.56±0.11 ^a	16.74±0.15 ^b	128.67±0.79 ^b	34.00±0.26 ^{bc}	34.79±0.17 ^{ab}	0.87±0.11 ^a	13.65±0.26 ^a	0.00	橙、橙、橙	2.00
16-890	B1	1.00±0.16 ^a	16.48±0.16 ^a	153.00±1.58 ^a	40.33±0.38 ^a	32.07±0.26 ^a	0.86±0.04 ^a	13.35±07 ^a	0.56±0.06 ^b	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B2	0.89±0.18 ^a	17.20±0.18 ^a	148.44±2.66 ^a	38.43±0.29 ^a	32.87±0.25 ^a	0.85±0.03 ^a	14.23±0.10 ^a	1.00±0.00 ^a	橙、橙、 深橙/橙	1.33±0.11 ^b
	B3	0.11±0.06 ^b	13.84±0.06 ^b	126.11±0.98 ^b	37.75±0.10 ^a	31.22±0.21 ^a	0.83±0.03 ^a	12.87±.17 ^a	1.00±0.00 ^a	橙、橙、 深橙/橙	1.11±0.07 ^b
	B4	0.00±0.00 ^b	13.57±0.12 ^b	77.44±0.32 ^c	30.82±0.08 ^b	26.34±0.18 ^b	0.80±0.01 ^a	9.21±0.01 ^b	0.67±0.17 ^{ab}	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
17-11	B1	0.00	15.90±0.05 ^a	65.56±0.52 ^b	32.33±0.24 ^{ab}	25.88±0.03 ^b	0.80±0.02 ^b	8.71±0.05 ^b	0.00±0.00 ^b	橙、橙、 橙/橙红	1.89±0.21 ^a
	B2	0.00	16.90±0.17 ^a	93.00±1.20 ^a	38.06±0.39 ^a	34.88±0.25 ^a	0.92±0.07 ^a	12.09±0.14 ^a	0.00±0.00 ^b	橙、橙、 橙红/橙	1.33±0.14 ^b
	B3	0.00	15.60±0.13 ^a	87.56±1.06 ^a	32.25±0.23 ^b	25.76±0.19 ^b	0.80±0.03 ^b	12.00±0.17 ^a	0.00±0.00 ^b	橙、橙、 橙红/橙	1.22±0.05 ^b
	B4	0.00	13.01±0.02 ^b	67.45±0.49 ^b	31.93±0.07 ^b	25.90±0.06 ^b	0.82±0.05 ^b	8.82±0.17 ^b	0.56±0.02 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a

续表

品种 Variety	播期 Sowing date	根形赋值结果 Root shape assignment result	根长/cm Root length	单根重/g Single root weight	根肩粗/cm Root shoulder diameter	根中粗/cm Root diameter	根形指数 Root index	中柱横径/cm Transverse diameter of column	根光洁度赋值结果 Smoothness assignment result of root skin	三色性状描述 (根外皮、韧皮部、中柱) Description of tricolor trait	三色赋值结果 Three color assignment result
17-13	B1	0.00	18.13±0.24 ^a	149.56±2.49 ^{bc}	44.07±0.29 ^a	34.85±0.17 ^{ab}	0.76±0.02 ^b	15.09±0.03 ^b	0.44±0.11 ^b	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B2	0.00	19.24±0.21 ^a	182.11±2.23 ^a	45.02±0.42 ^a	37.46±0.29 ^a	0.92±0.10 ^a	18.58±.20 ^a	1.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B3	0.00	17.03±0.15 ^{ab}	176.67±1.85 ^a	45.17±0.56 ^a	33.88±0.30 ^{ab}	0.84±0.08 ^{ab}	18.04±.18 ^a	1.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B4	0.00	14.73±0.12 ^b	136.33±1.22 ^c	36.23±0.31 ^b	31.62±0.28 ^b	0.88±0.05 ^a	14.13±0.05 ^a	0.44±0.11 ^b	橙、橙、 深橙/橙	1.33±0.06 ^b
17-211	B1	0.33±0.03 ^a	14.43±0.06 ^b	98.78±1.42 ^b	34.30±0.18 ^a	27.96±0.14 ^a	0.82±0.05 ^b	13.29±0.15 ^{ab}	0.00±0.00 ^b	橙、橙、 橙/深橙	1.78±0.21 ^b
	B2	0.34±0.13 ^a	16.54±0.28 ^{ab}	115.00±0.94 ^a	35.23±0.22 ^a	30.14±0.27 ^a	0.87±0.04 ^{ab}	14.29±0.13 ^{ab}	0.00±0.00 ^b	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B3	0.22±0.11 ^b	17.03±0.16 ^a	136.45±2.07 ^a	36.29±0.09 ^a	31.62±0.32 ^a	0.820.09 ^b	16.12±0.15 ^a	0.89±0.17 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B4	0.11±0.03 ^b	16.37±0.07 ^{ab}	126.33±2.40 ^a	36.82±0.24 ^a	32.34±0.13 ^a	0.92±0.11 ^a	12.22±0.05 ^b	1.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
17-212	B1	0.89±0.14 ^a	15.36±0.05 ^b	113.33±0.75 ^{ab}	34.94±0.28 ^a	30.34±0.04 ^{ab}	0.88±0.02 ^a	12.35±0.07 ^a	1.00	橙、橙、橙	2.00
	B2	0.89±0.13 ^a	17.51±0.23 ^a	124.56±1.63 ^a	37.25±0.11 ^a	34.39±0.21 ^a	0.86±0.04 ^{ab}	12.61±0.13 ^a	1.00	橙、橙、橙	2.00
	B3	0.89±0.13 ^a	13.73±0.06 ^b	107.67±0.68 ^{ab}	35.94±0.30 ^a	31.03±0.17 ^{ab}	0.92±0.05 ^a	13.04±0.12 ^a	1.00	橙、橙、橙	2.00
	B4	0.00±0.00 ^b	14.21±0.08 ^b	92.56±1.04 ^b	29.90±0.29 ^b	28.68±0.09 ^b	0.85±0.06 ^b	10.26±0.02 ^b	1.00	橙、橙、橙	2.00
17-442	B1	0.00	21.59±0.30 ^a	131.33±2.63 ^a	35.84±0.34 ^{ab}	22.80±0.10 ^a	0.67±0.01 ^b	9.38±0.05 ^a	-1.00±0.00 ^b	浅红、浅红、 粉红	1.00
	B2	0.00	21.17±0.14 ^a	137.11±1.20 ^a	38.17±0.19 ^a	25.70±0.07 ^a	0.67±0.02 ^b	9.28±0.05 ^a	-1.00±0.00 ^b	浅红、浅红、 粉红	1.00
	B3	0.00	21.37±0.09 ^a	136.33±0.84 ^a	38.18±0.34 ^a	25.45±0.13 ^a	0.82±0.04 ^a	9.33±0.03 ^a	-1.00±0.00 ^b	浅红、浅红、 粉红	1.00
	B4	0.00	19.890.17 ^b	91.22±1.21 ^b	30.56±0.19 ^b	24.35±0.3 ^a	0.64±0.01 ^b	7.31±0.01 ^b	-0.78±0.17 ^a	浅红、浅红、 粉红	1.00
D1202	B1	0.00±0.00 ^a	20.53±0.02 ^b	86.55±0.35 ^b	27.92±0.04 ^b	25.76±0.14 ^c	0.80±0.03 ^b	9.99±0.14 ^b	0.56±0.14 ^b	橙、橙、橙	2.00
	B2	0.11±0.06 ^a	23.60±0.18 ^{ab}	132.33±1.42 ^a	38.87±0.18 ^a	32.38±0.21 ^{bc}	0.93±0.05 ^{ab}	13.42±0.12 ^a	1.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00
	B3	0.00±0.00 ^a	24.28±0.29 ^a	150.89±2.38 ^a	39.30±0.23 ^a	35.87±0.27 ^a	1.10±0.15 ^a	15.26±0.26 ^a	1.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00
	B4	0.00±0.00 ^a	23.50±0.16 ^{ab}	136.11±1.05 ^a	36.93±0.28 ^a	32.44±0.31 ^{ab}	0.83±0.02 ^b	15.08±0.16 ^a	0.67±0.08 ^{ab}	橙、橙、橙	2.00
普兰克	B1	0.22±0.05 ^a	15.70±0.03 ^c	89.22±0.77 ^c	34.72±0.35 ^{ab}	23.57±0.06 ^c	0.87±0.06 ^a	9.56±0.05 ^b	-0.78±0.02 ^b	橙红、橙红、 橙	1.00±0.00 ^b
	B2	0.11±0.06 ^b	18.56±0.15 ^b	116.56±2.44 ^b	32.62±0.26 ^b	27.50±0.16 ^{bc}	0.83±0.06 ^b	10.92±0.12 ^a	0.00±0.00 ^a	橙/橙红、橙 红、橙	1.33±0.11 ^b
	B3	0.33±0.02 ^a	21.66±0.31 ^a	150.78±2.69 ^a	39.59±0.17 ^a	31.76±0.20 ^{ab}	0.90±0.10 ^a	16.34±0.07 ^a	0.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B4	0.00±0.00 ^b	19.14±0.07 ^b	135.55±0.99 ^{ab}	35.42±0.33 ^{ab}	34.76±0.19 ^a	0.88±0.07 ^a	9.12±0.02 ^b	0.00±0.00 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.14 ^a
紫鸢	B1	0.00	19.18±0.11 ^a	68.44±0.24 ^b	26.93±0.07 ^b	22.80±0.02 ^b	0.69±0.00 ^b	7.97±0.01 ^a	-1.00	紫、紫、紫	2.00
	B2	0.00	19.57±0.15 ^a	85.44±0.73 ^{ab}	32.36±0.27 ^{ab}	22.70±0.05 ^b	0.74±0.03 ^{ab}	8.04±0.01 ^a	-1.00	紫、紫、紫	2.00
	B3	0.00	21.59±0.18 ^a	90.67±0.74 ^a	33.16±0.21 ^a	25.96±0.12 ^a	0.78±0.02 ^a	9.54±0.04 ^a	-1.00	紫、紫、紫	2.00
	B4	0.00	18.99±0.09 ^b	96.45±1.33 ^a	32.30±0.17 ^a	22.82±0.04 ^b	0.70±0.09 ^b	8.03±0.01 ^a	-1.00	紫、紫、紫	2.00
CK	B1	0.70±0.06 ^c	15.51±0.17 ^{ab}	118.66±1.09 ^a	41.42±0.32 ^a	33.15±0.18 ^a	0.81±0.09 ^a	11.77±0.08 ^{ab}	0.00±0.00 ^c	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B2	0.56±0.1 ^b	16.04±0.08 ^a	124.56±1.93 ^a	40.22±0.40 ^a	35.73±0.28 ^a	0.85±0.10 ^a	14.23±0.12 ^a	0.56±0.12 ^b	橙、橙、 橙/橙红	1.89±0.14 ^b
	B3	0.78±0.08 ^a	15.18±0.13 ^{ab}	119.44±0.83 ^a	39.09±0.18 ^{ab}	34.45±0.23 ^a	0.83±0.03 ^a	12.98±0.09 ^{ab}	0.89±0.08 ^a	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a
	B4	0.89±0.11 ^a	13.64±0.04 ^b	97.44±0.88 ^b	33.92±0.07 ^b	31.92±0.15 ^b	0.79±0.01 ^b	10.42±0.09 ^b	0.00±0.00 ^c	橙、橙、橙	2.00±0.00 ^a

表中不同小写字母分别表示同一品种不同播期之间指标在 0.05 水平的显著性差异。

The different lower case letters in the table represent the significant difference of indexes at 0.05 levels between different sowing dates of the same variety.

表5 不同播期胡萝卜品种产量的评价
Tab.5 Evaluation of yield of carrot varieties at different sowing dates

品种 Variety	播期B1 Sowing date B1		播期B2 Sowing date B2		播期B3 Sowing date B3		播期B4 Sowing date B4		每 667 m ² 平均 产量/kg Average yield
	每 667 m ² 产量/kg Yield	较对照 增产/% Yield increase over control	每 667 m ² 产量/kg Yield	较对照 增产/% Yield increase over control	每 667 m ² 产量/kg Yield	较对照 增产/% Yield increase over control	每 667 m ² 产量/kg Yield	较对照 增产/% Yield increase over control	
16-800	5 246.94±150.22 ^b	-10.26	5 808.84±124.98 ^b	-10.75	6 744.90±169.77 ^a	3.05%	5 287.07±98.26 ^b	0.60	5 771.94±193.94 ^{bcd}
16-801	4 506.12±98.42 ^c	-22.93	5 017.69±114.87 ^b	-22.91	7 077.55±166.21 ^a	8.13%	6 631.97±170.11 ^a	26.18	5 808.33±179.02 ^{bcd}
16-823	5 210.20±130.72 ^c	-10.89	6 942.18±174.61 ^b	6.66	7 604.76±201.86 ^a	16.18%	6 569.39±187.01 ^b	24.99	6 581.63±223.33 ^b
16-824	6 336.73±197.40 ^a	8.38	6 587.07±184.96 ^a	1.20	7 111.56±183.52 ^a	8.65%	5 759.18±144.10 ^b	9.58	6 448.64±223.71 ^{bc}
16-853	3 087.76±94.24 ^b	-47.19	4 246.94±102.31 ^b	-34.75	6 391.84±150.63 ^a	-2.35%	6 042.18±139.08 ^a	14.96	4 942.18±178.25 ^{def}
16-890	7 181.63±243.73 ^a	22.83	7 302.04±231.66 ^a	12.19	6 357.82±187.05 ^b	-2.87%	5 919.73±104.89 ^b	12.63	6 690.31±254.02 ^b
17-11	3 076.87±79.98 ^b	-47.38	4 812.24±105.73 ^a	-26.07	4 111.56±114.60 ^a	-37.19%	3 165.99±101.32 ^b	-39.76	3 791.67±125.91 ^f
17-13	7 959.18±204.78 ^b	36.13	8 548.30±229.96 ^b	31.33	9 857.82±287.06 ^a	50.60%	6 612.93±140.88 ^c	25.82	8 244.56±367.14 ^a
17-211	5 929.93±123.05 ^a	1.42	6 404.76±104.77 ^a	-1.60	5 400.00±155.72 ^{ab}	-17.50%	4 636.73±87.03 ^b	-11.78	5 592.86±164.58 ^{bcd}
17-212	5 053.74±179.32 ^{ab}	-13.57	5 319.73±120.83 ^a	-18.27	5 846.94±178.93 ^a	-10.67%	4 346.26±94.01 ^b	-17.31	5 141.67±193.30 ^{odef}
17-442	6 164.63±214.56 ^a	5.07	6 436.05±223.95 ^a	-1.12	6 402.04±204.32 ^a	-2.19%	4 281.63±138.76 ^b	-18.53	5 821.09±249.25 ^{bcd}
D1202	6 211.56±235.88 ^b	6.24	6 783.67±245.75 ^{ab}	4.22	7 082.99±202.44 ^a	8.21%	6 391.84±165.98 ^b	21.62	6 617.52±223.94 ^b
普兰克	3 718.37±69.35 ^c	-36.40	4 658.50±89.62 ^b	-28.43	7 080.27±224.58 ^a	8.17%	6 363.27±168.45 ^{ab}	21.07	5 455.10±193.44 ^{bcd}
紫莺	3 682.31±72.07 ^b	-37.02	4 010.88±67.32 ^{ab}	-38.38	4 529.25±101.54 ^a	-30.80%	4 255.78±134.53 ^{ab}	-19.03	4 119.56±167.40 ^{ef}
CK	5 846.94±193.02 ^{ab}	0.00	6 508.84±205.67 ^a	0.00	6 545.58±176.93 ^a	0.00%	5 255.78±163.80 ^b	0.00	6 039.29±222.84 ^{bcd}

表中不同小写字母分别表示同一品种不同播期之间以及不同品种之间的产量在 0.05 水平的显著性差异。

The different lower case letters in the table represent the significant difference in yield at the 0.05 level between different sowing dates of the same variety and between different varieties.

表6 不同播期胡萝卜品种品质的评价
Tab.6 Evaluation of quality of carrot varieties at different sowing dates

品种 Variety	播期 Sowing date	β-胡萝卜素含量/ (mg·g ⁻¹)	可溶性固形物 含量/%	含水量/g	口感性状描述	口感赋值结果
		β-carotene content	Soluble solid content	Water content	Description of taste character	Taste assignment result
16-800	B1	0.65±0.01 ^c	8.43±0.06 ^c	92.25±2.78 ^a	甜度低、脆度中等、水分较高	-0.44±0.14 ^b
	B2	1.14±0.03 ^a	14.67±0.21 ^a	82.78±1.60 ^b	甜度高、脆度中等、水分较低	0.33±0.03 ^a
	B3	0.87±0.01 ^b	10.03±0.09 ^b	88.92±2.12 ^a	甜度较高、脆度中等、水分中等	0.44±0.12 ^a
	B4	0.73±0.03 ^{bc}	9.37±0.03 ^b	91.77±0.79 ^a	甜度中等、脆度中等、水分较高	0.22±0.11 ^a
16-801	B1	0.45±0.00 ^c	9.67±0.19 ^c	90.32±1.57 ^a	甜度中等、脆度高、水分较高	2.00±0.15 ^b
	B2	0.79±0.05 ^a	13.10±0.23 ^a	87.33±2.41 ^b	甜度较高、脆度高、水分中等	2.56±0.10 ^a
	B3	0.58±0.02 ^{ab}	11.03±0.08 ^b	89.57±2.01 ^a	甜度较高、脆度高、水分较高	2.44±0.21 ^a
	B4	0.49±0.04 ^b	9.53±0.17 ^c	91.14±1.93 ^a	甜度中等、脆度高、水分较高	2.00±0.08 ^b
16-823	B1	0.73±0.05 ^c	11.57±0.03 ^c	90.26±1.32 ^a	甜度中等、脆度中等、水分较高	0.33±0.19 ^b
	B2	1.25±0.09 ^a	17.57±0.31 ^a	85.84±2.53 ^b	甜度高、脆度较低、水分中等	0.89±0.10 ^a
	B3	0.89±0.08 ^b	13.43±0.28 ^b	87.42±1.45 ^a	甜度较高、脆度较低、水分中等	0.44±0.08 ^b
	B4	0.65±0.03 ^c	10.37±0.15 ^c	91.64±2.50 ^a	甜度中等、脆度低、水分高	0.00±0.11 ^c
16-824	B1	0.73±0.02 ^c	9.70±0.06 ^c	90.80±1.67 ^a	甜度中等、脆度低、水分中等	-1.00±0.14 ^b
	B2	0.94±0.03 ^a	12.30±0.22 ^a	86.25±0.93 ^b	甜度较高、脆度低、水分较低	-0.44±0.12 ^a
	B3	0.69±0.00 ^b	9.77±0.12 ^b	89.54±1.63 ^a	甜度中等、脆度低、水分中等	-1.00±0.00 ^b
	B4	0.53±0.04 ^c	7.87±0.10 ^c	87.05±2.56 ^a	甜度低、脆度中等、水分较低	-1.67±0.24 ^c

续表

品种 Variety	播期 Sowing date	β -胡萝卜素含量/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) β -carotene content	可溶性固形物 含量/% Soluble solid content	含水量/g Water content	口感性状描述 Description of taste character	口感赋值结果 Taste assignment result
16-853	B1	0.55±0.02 ^b	11.37±0.09 ^a	88.53±1.93 ^b	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^b
	B2	0.81±0.07 ^a	12.63±0.15 ^a	87.42±2.08 ^a	甜度较高、脆度中等、水分中等	0.22±0.03 ^b
	B3	0.79±0.13 ^a	11.37±0.23 ^a	88.19±1.23 ^a	甜度较高、脆度中等、水分中等	0.56±0.14 ^a
	B4	0.52±0.02 ^b	10.00±0.09 ^b	89.03±1.84 ^a	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^c
16-890	B1	0.72±0.07 ^c	9.50±0.03 ^b	92.00±2.30 ^a	甜度中等、脆度低、水分高	0.00±0.00 ^c
	B2	1.10±0.03 ^a	13.20±0.14 ^a	81.52±0.94 ^b	甜度较高、脆度中等、水分低	0.78±0.11 ^a
	B3	0.91±0.12 ^b	8.53±0.02 ^b	87.75±0.34 ^b	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.44±0.21 ^a
	B4	0.69±0.06 ^c	7.40±0.03 ^d	93.07±1.94 ^a	甜度较低、脆度中等、水分较高	0.44±0.21 ^a
17-11	B1	0.53±0.02 ^b	9.17±0.14 ^d	93.00±2.31 ^a	甜度中等、脆度较高、水分较高	0.44±0.14 ^b
	B2	0.83±0.10 ^a	14.07±0.24 ^a	87.27±0.67 ^b	甜度高、脆度较高、水分中等	1.44±0.13 ^a
	B3	0.66±0.05 ^b	11.03±0.17 ^b	89.21±1.59 ^b	甜度较高、脆度较高、水分中等	1.44±0.21 ^a
	B4	0.53±0.03 ^b	10.53±0.07 ^c	90.15±2.36 ^{ab}	甜度中等、脆度较高、水分中等	0.56±0.14 ^b
17-13	B1	0.77±0.06 ^b	8.77±0.09 ^c	92.32±1.37 ^a	甜度中等、脆度中等、水分较高	0.44±0.8 ^a
	B2	1.39±0.12 ^a	15.37±0.24 ^a	85.84±0.27 ^c	甜度高、脆度中等、水分中等	1.00±0.00 ^a
	B3	1.28±0.09 ^a	13.47±0.19 ^b	86.02±0.98 ^c	甜度较高、脆度中等、水分中等	0.44±0.08 ^a
	B4	1.06±0.11 ^a	9.43±0.05 ^c	90.50±1.34 ^b	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.22 ^b
17-211	B1	0.83±0.10 ^b	13.00±0.21 ^a	86.90±2.10 ^b	甜度较高、脆度高、水分中等	1.67±0.17 ^a
	B2	0.99±0.12 ^a	11.57±0.17 ^b	88.44±1.57 ^a	甜度中等、脆度高、水分中等	1.00±0.00 ^b
	B3	1.15±0.05 ^a	11.57±0.13 ^b	88.09±0.59 ^b	甜度中等、脆度高、水分中等	1.00±0.00 ^b
	B4	0.77±0.03 ^b	8.97±0.06 ^c	89.46±0.72 ^b	甜度中等、脆度高、水分中等	1.00±0.00 ^b
17-212	B1	0.57±0.03 ^c	9.90±0.08 ^b	91.29±1.15 ^a	甜度中等、脆度高、水分高	2.00±0.17 ^a
	B2	0.85±0.10 ^a	12.77±0.12 ^a	88.98±2.15 ^b	甜度较高、脆度高、水分中等	2.22±0.00 ^a
	B3	0.70±0.03 ^a	8.53±0.03 ^c	92.00±2.61 ^a	甜度中等、脆度高、水分高	2.00±0.00 ^a
	B4	0.46±0.00 ^c	7.77±0.03 ^c	93.77±1.89 ^a	甜度中等、脆度高、水分高	2.00±0.00 ^a
17-442	B1	0.59±0.08 ^c	7.30±0.09 ^c	90.46±1.30 ^a	甜度较低、脆度中等、水分中等	-0.78±0.21 ^b
	B2	1.06±0.08 ^a	11.10±0.15 ^a	85.54±0.88 ^b	甜度较高、脆度中等、水分较低	0.11±0.14 ^a
	B3	0.80±0.04 ^b	9.53±0.17 ^b	88.30±0.23 ^a	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^a
	B4	0.64±0.03 ^c	8.52±0.21 ^c	90.12±1.32 ^a	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^a
D1202	B1	0.57±0.01 ^b	8.17±0.11 ^c	90.00±2.27 ^a	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^b
	B2	0.88±0.06 ^a	14.43±0.31 ^a	86.25±1.75 ^c	甜度高、脆度中等、水分较低	0.56±0.21 ^a
	B3	0.60±0.04 ^{ab}	9.23±0.16 ^b	89.26±1.43 ^b	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^b
	B4	0.55±0.01 ^b	9.30±0.13 ^b	88.67±1.56 ^b	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.00 ^b
普兰克	B1	0.43±0.03 ^b	12.7±0.24 ^a	91.52±1.98 ^a	甜度高、脆度中等、水分中等	1.00±0.00 ^a
	B2	0.78±0.04 ^a	15.67±0.32 ^a	87.22±0.44 ^b	甜度高、脆度中等、水分中等	1.00±0.00 ^a
	B3	0.41±0.03 ^b	13.33±0.21 ^a	89.94±0.96 ^a	甜度高、脆度中等、水分中等	1.00±0.00 ^a
	B4	0.37±0.01 ^c	11.07±0.06 ^b	92.80±2.42 ^a	甜度中等、脆度中等、水分较高	0.89±0.54 ^b
紫鸢	B1	0.93±0.13 ^b	12.00±0.17 ^b	85.87±0.43 ^b	甜度较高、脆度中等、水分较低	0.44±0.34 ^a
	B2	1.18±0.09 ^a	17.43±0.29 ^a	83.31±1.04 ^c	甜度高、脆度中等、水分较低	0.67±0.24 ^a
	B3	0.77±0.09 ^b	8.67±0.06 ^b	87.11±0.38 ^a	甜度中等、脆度较低、水分中等	-0.33±14 ^b
	B4	0.57±0.02 ^c	7.90±0.03 ^c	87.46±0.73 ^a	甜度中等、脆度较低、水分中等	-0.67±0.08 ^c
CK	B1	0.16±0.00 ^c	8.10±0.02 ^c	91.51±1.59 ^a	甜度中等、脆度中等、水分较高	0.33±0.06 ^b
	B2	0.59±0.06 ^a	13.37±0.18 ^a	87.07±2.15 ^b	甜度较高、脆度中等、水分中等	0.67±0.14 ^a
	B3	0.47±0.02 ^b	9.27±0.16 ^b	88.64±1.32 ^{ab}	甜度中等、脆度中等、水分中等	0.00±0.08 ^c
	B4	0.37±0.00 ^b	8.20±0.13 ^c	92.84±2.41 ^a	甜度中等、脆度中等、水分较高	0.56±0.06 ^{ab}

表中不同小写字母分别表示同一品种不同播期之间以及不同品种之间的产量在0.05水平的显著性差异。

The different lower case letters in the table represent the significant difference in yield at the 0.05 level between different sowing dates of the same variety and between different varieties.

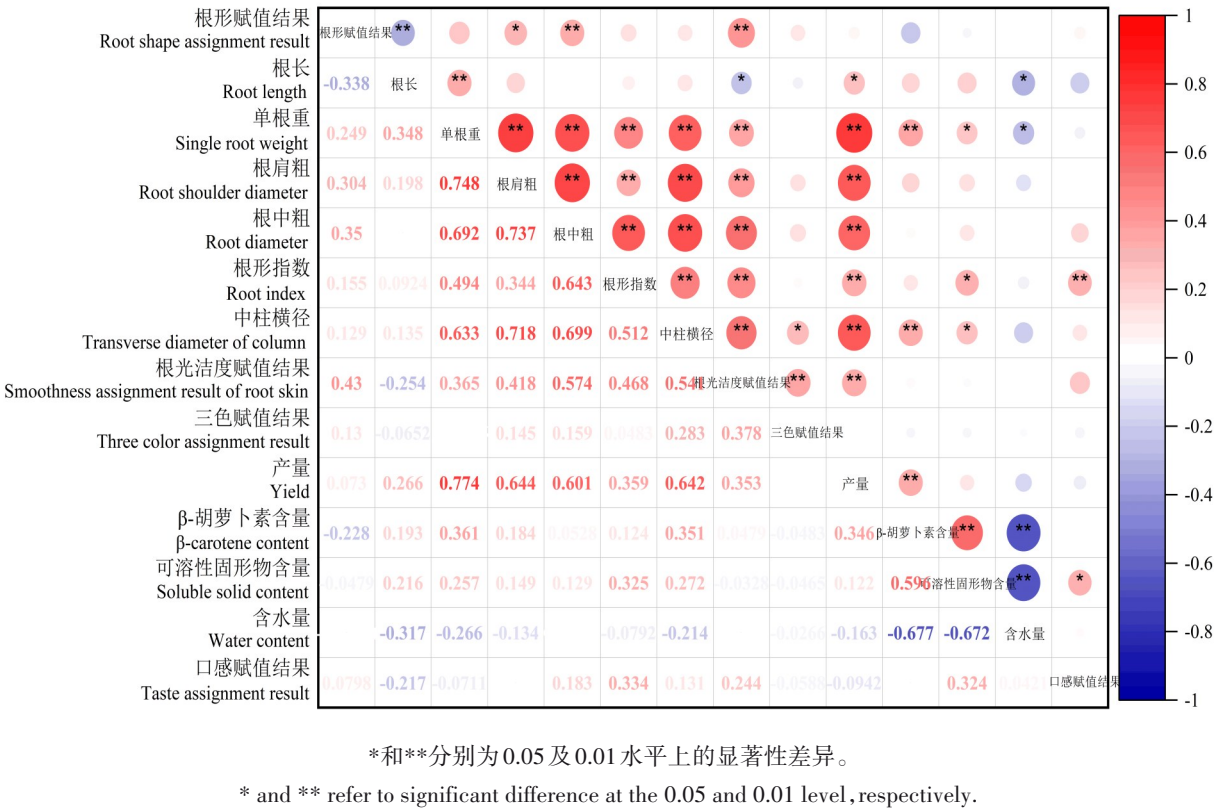


图1 胡萝卜品种各指标间相关性

Fig.1 Correlation between various indexes of colorful fresh food carrot

2.5 胡萝卜品种各性状的主成分分析

通过主成分分析,可以将原始 14 个性状指标转化为 4 个互不相关的综合指标。由表 7 可知,4 个播期的前 4 个主成分特征值均大于 1,因此,可以作为综合指标有效代替原始指标所含信息,各主成分中指标的特征向量绝对值最大为该主成分中代表指标。B1-B4 播期的第一主成分的特征值分别为 4.924、4.387、4.501 和 4.472,贡献率分别为 35.168%、31.332%、32.150% 和 34.402%;第二主成分的特征值分别为 3.087、2.828、2.783 和 2.446,贡献率分别为 22.049%、20.197%、19.878%、18.814%;第三主成分的特征值分别为 1.958、1.584、1.957 和 1.755,贡献率分别为 13.988%、11.054%、13.976%、13.500%;第四主成分的特征值为 1.329、1.313、1.242 和 1.391,贡献率分别为 9.196%、9.376%、8.872%、10.700%。

2.6 不同播期胡萝卜品种的综合评价

依据主成分的综合指标值和隶属函数值对不同播期不同胡萝卜品种内进行综合评价见表 8,对各参试品种标准化后的数据的综合指标利用公式 1 计算隶属函数值 $u(X_j)$;运用公式 2 计算每个播期 4 个主成分的权重;再按照公式 3 计算各胡萝卜品种综合指标 D 值,并依据 D 值的大小进行综合排序, D 值越大表明该品种综合性状越好。其中在 B1 播期种植的胡萝卜综合评价排名较高的品种依次为 16-890、17-13、17-211, D 值分别为 0.753、0.746、0.740;在 B2 播期种植的胡萝卜综合评价排名较高的品种依次为 17-13、D1202、16-853, D 值分别为 0.934、0.703、0.644;在 B3 播期种植的胡萝卜综合评价排名较高的品种依次为 D1202、16-824、16-801, D 值分别为 0.762、0.729、0.631;B4 播期种植的胡萝卜综合评价排名较高的品种依次为 17-13、17-211、D1202, D 值分别为 0.752、0.733、0.638。17-13 和 D1202 在其他播期的综合排名均靠前,因此这 2 个品种适于 4 个播期种植,且品种的综合表现较好。

表 7 不同播期的主成分特征向量及累计贡献率
Tab.7 Principal component eigenvector and cumulative contribution rate of different sowing date

项目 Item	性状 Character	播期 B1 Sowing date B1				播期 B2 Sowing date B2				播期 B3 Sowing date B3				播期 B4 Sowing date B4			
		主成分 Principal component				主成分 Principal component				主成分 Principal component				主成分 Principal component			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
X1		0.522	0.449	-0.024	-0.507	0.516	-0.528	-0.261	-0.293	0.356	0.682	-0.04	-0.097	0.516	-0.528	-0.261	-0.293
X2		-0.165	-0.856	0.036	0.055	-0.107	0.519	-0.285	0.087	0.014	-0.449	0.795	0.142	-0.107	0.519	-0.285	0.087
X3		0.816	-0.283	0.083	0.144	0.705	0.320	-0.054	-0.376	0.829	-0.359	0.215	-0.106	0.705	0.32	-0.054	-0.376
X4		0.856	-0.149	-0.053	-0.055	0.813	0.217	-0.318	0.251	0.847	-0.014	-0.016	-0.203	0.813	0.217	-0.318	0.251
X5		0.900	0.120	-0.008	0.176	0.871	-0.09	0.155	0.193	0.872	0.256	0.158	-0.080	0.871	-0.090	0.155	0.193
X6		0.246	0.789	-0.290	0.328	0.549	-0.023	0.613	0.044	0.553	0.171	0.644	0.111	0.549	-0.023	0.613	0.044
X7		0.775	0.067	0.325	0.402	0.844	0.325	0.038	0.177	0.765	0.038	-0.354	0.276	0.844	0.325	0.038	0.177
X8		0.746	0.269	0.138	-0.387	0.748	-0.244	0.187	-0.233	0.640	0.436	-0.376	0.284	0.748	-0.244	0.187	-0.233
X9		0.469	0.115	0.497	-0.543	0.232	0.070	0.063	0.783	0.099	0.029	-0.086	0.887	0.232	0.070	0.063	0.783
X10		0.753	-0.453	0.199	0.320	0.554	0.598	0.066	-0.317	0.838	-0.369	0.013	-0.090	0.554	0.598	0.066	-0.317
X11		-0.142	-0.227	0.826	0.214	-0.116	0.827	0.242	-0.173	0.111	-0.631	-0.558	0.092	-0.116	0.827	0.242	-0.173
X12		-0.390	0.638	0.494	0.181	-0.373	0.409	0.683	0.174	0.429	-0.468	-0.198	-0.255	-0.373	0.409	0.683	0.174
X13		0.489	-0.144	-0.724	0.113	0.321	-0.627	0.048	0.253	0.020	0.873	0.249	-0.020	0.321	-0.627	0.048	0.253
X14		0.003	0.800	0.036	0.327	-0.047	-0.591	0.568	-0.229	0.015	0.430	-0.387	-0.340	-0.047	-0.591	0.568	-0.229
特征值		4.924	3.087	1.958	1.329	4.387	2.828	1.548	1.313	4.501	2.783	1.957	1.242	4.472	2.446	1.755	1.391
Characteristic value																	
累计贡献率/%																	
Accumulative contribution rate		35.168	22.049	13.988	9.496	31.332	20.197	11.054	9.376	32.150	19.878	13.976	8.872	34.402	18.814	13.500	10.700
特征向量		35.168	57.217	71.205	80.701	31.332	51.529	62.583	71.959	32.150	52.028	66.004	74.876	34.402	53.217	66.717	77.416
Characteristic vector																	

X_1 :根形赋值结果; X_2 :根长/cm; X_3 :单根重/g; X_4 :根肩粗/cm; X_5 :根中粗/cm; X_6 :根形指数; X_7 :中柱横径/mm; X_8 :根光洁度赋值结果; X_9 :三色赋值结果; X_{10} :每 667 m²产量/kg; X_{11} : β -胡萝卜素每 g 含量/(mg·g⁻¹); X_{12} :可溶性固形物含量/%; X_{13} :含水量%; X_{14} :口感赋值结果。

X_1 : Root shape assignment result; X_2 : Root length/cm; X_3 : Single root weight/g; X_4 : Root shoulder diameter/cm; X_5 : Root diameter/cm; X_6 : Root index; X_7 : Transverse diameter of column; X_8 : Smoothness assignment result of root skin; X_9 : Three color assignment result; X_{10} : Yield/kg; X_{11} : Per g β -carotene content/(mg·g⁻¹); X_{12} : Soluble solid content/%; X_{13} : Water content/%; X_{14} : Taste assignment result.

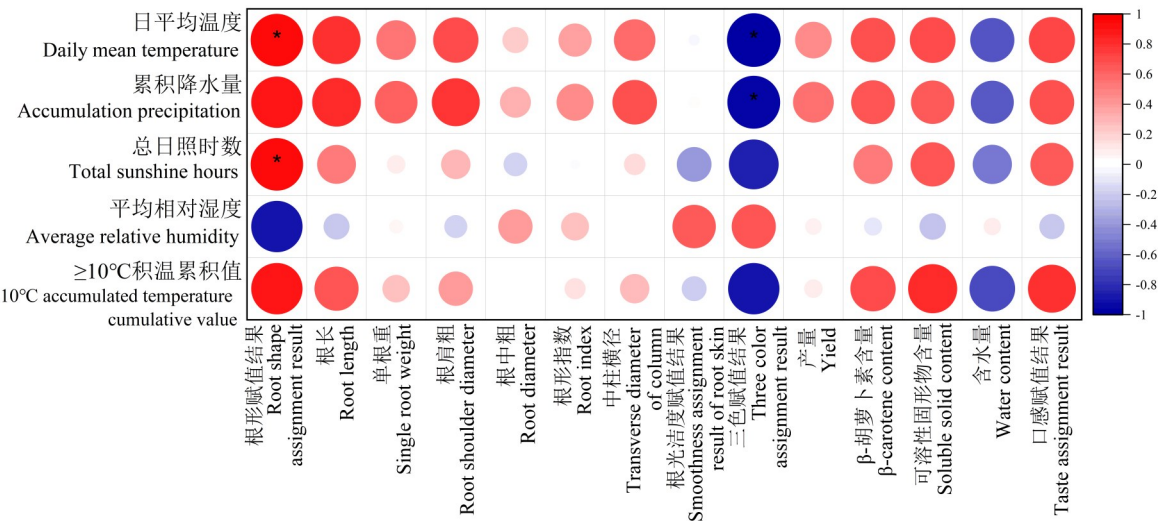
表 8 不同播期胡萝卜品种的综合评价
Tab.8 Comprehensive evaluation of carrot varieties at different sowing dates

播期 Sowing date	品种 Varity	隶属函数值 Subordinate function value				D 值	综合排名 Comprehensive ranking
		$u(X_1)$	$u(X_2)$	$u(X_3)$	$u(X_4)$	D value	
B1	16-800	0.275	0.350	0.067	0.665	0.305	14
	16-801	0.398	0.897	0.034	0.556	0.490	8
	16-823	0.283	0.687	0.381	1.000	0.495	7
	16-824	0.751	0.423	0.576	0.027	0.546	6
	16-853	0.296	0.828	0.479	0.000	0.438	10
	16-890	0.975	0.641	0.497	0.565	0.753	1
	17-11	0.341	0.706	0.086	0.338	0.396	12
	17-13	1.000	0.364	0.610	0.895	0.746	2
	17-211	0.498	0.938	0.972	0.829	0.740	3
	17-212	0.765	1.000	0.381	0.485	0.730	4
	17-442	0.369	0.000	0.221	0.631	0.273	15
	D1202	0.445	0.415	0.406	0.415	0.426	11
	普兰克	0.275	0.890	0.078	0.811	0.472	9
	紫鸢	0.000	0.516	1.000	0.394	0.361	13
	CK	0.840	0.686	0.000	0.349	0.594	5
	权重 Weight	0.429	0.265	0.187	0.118		
B2	16-800	0.276	0.692	0.704	0.729	0.517	11
	16-801	0.446	0.000	0.761	0.000	0.311	15
	16-823	0.475	0.783	1.000	0.362	0.627	4
	16-824	0.822	0.533	0.345	0.453	0.619	5
	16-853	0.832	0.345	0.366	0.986	0.644	3
	16-890	0.732	0.636	0.537	0.108	0.594	7
	17-11	0.508	0.244	0.782	0.860	0.522	10
	17-13	1.000	1.000	0.840	0.684	0.934	1
	17-211	0.603	0.332	0.576	0.836	0.553	8
	17-212	0.719	0.060	0.690	0.736	0.532	9
	17-442	0.303	0.701	0.000	0.363	0.376	14
	D1202	0.691	0.684	0.591	0.912	0.703	2
	普兰克	0.330	0.325	0.666	0.685	0.426	12
	紫鸢	0.000	0.659	0.613	1.000	0.409	13
	CK	0.760	0.251	0.514	0.883	0.595	6
	权重 Weight	0.435	0.281	0.154	0.130		
B3	16-800	0.557	0.341	0.696	0.686	0.541	7
	16-801	0.838	0.686	0.476	0.000	0.631	3
	16-823	0.601	0.198	0.648	0.162	0.451	10
	16-824	0.885	0.616	0.687	0.490	0.729	2
	16-853	0.631	0.453	0.391	0.635	0.539	8
	16-890	0.451	0.471	0.177	0.459	0.406	12
	17-11	0.097	0.565	0.249	0.371	0.282	14
	17-13	1.000	0.000	0.000	0.693	0.512	9
	17-211	0.541	0.378	0.057	0.823	0.441	11
	17-212	0.469	1.000	0.295	0.699	0.605	5
	17-442	0.229	0.215	0.710	0.239	0.316	13
	D1202	0.769	0.477	1.000	1.000	0.762	1
	普兰克	0.680	0.484	0.665	0.614	0.617	4
	紫鸢	0.000	0.259	0.612	0.833	0.282	15
	CK	0.551	0.698	0.397	0.750	0.585	6
	权重 Weight	0.429	0.265	0.187	0.118		

续表							
播期	品种	隶属函数值 Subordinate function value				D 值	综合排名
Sowing date	Variety	$u(X_1)$	$u(X_2)$	$u(X_3)$	$u(X_4)$	D value	Comprehensive ranking
B4	16-800	0.415	0.466	0.255	0.707	0.440	11
	16-801	0.747	0.548	0.000	0.423	0.524	7
	16-823	0.798	0.215	0.114	0.560	0.504	8
	16-824	0.297	0.271	1.000	0.428	0.431	12
	16-853	0.879	0.350	0.629	0.242	0.619	4
	16-890	0.248	0.727	0.589	0.645	0.479	13
	17-11	0.209	0.701	0.533	0.326	0.401	9
	17-13	0.973	0.321	0.591	1.000	0.752	1
	17-211	0.869	0.581	0.774	0.513	0.733	2
	17-212	0.345	1.000	0.485	0.375	0.533	6
	17-442	0.000	0.053	0.124	0.473	0.100	15
	D1202	1.000	0.161	0.739	0.181	0.638	3
	普兰克	0.933	0.496	0.188	0.000	0.568	5
	紫鸢	0.023	0.000	0.580	0.243	0.145	14
	CK	0.462	0.667	0.460	0.199	0.475	10
	权重 Weight	0.435	0.281	0.154	0.130		

2.7 气象因子与胡萝卜各指标间相关性分析

对各播期气象因子与胡萝卜各指标进行相关性分析,如图2所示。日平均温度和累积降水量与根形赋值结果、根长、单根重、根肩粗、根形指数、中柱横径、产量、β-胡萝卜素含量、可溶性固形物以及口感赋值结果呈正相关,与三色赋值结果和含水量呈负相关;其中日平均温度与根形赋值结果呈显著正相关,与累积降水量与三色赋值结果呈显著负相关。总日照时数与根形赋值结果、根长、β-胡萝卜素含量、可溶性固形物含量以及口感赋值结果呈正相关,与根光洁度、三色赋值结果和含水量呈负相关,其中与根形赋值结果呈显著正相关;平均相对湿度与根光洁度赋值结果和三色赋值结果呈正相关,与根形赋值结果呈负相关。≥10℃积温累积值与根光洁度赋值结果、根长、和三色赋值结果呈正相关,而与根形赋值结果、根长可溶性固形物含量和口感赋值结果呈负相关。



*表示0.05水平上的显著性差异。
* refer to significant difference at the 0.05 level.

图2 气象因子与胡萝卜各指标间相关性

Fig.2 Correlation between meteorological factors and carrot indexes

3 讨论

3.1 不同播期胡萝卜品种产量的评价

胡萝卜适期播种,不仅能够实现其高产、稳产,还能令胡萝卜的品质更优,营养物质积累更加丰富,充分发挥品种的潜力^[18]。现阶段研究表明,不同播期会通过影响胡萝卜的肉质根营养积累以及抽蔓率等因素,从而显著影响胡萝卜的产量^[19-20]。本研究自5月7日第1播期种植胡萝卜开始,随着播期推移,6月20日播种的胡萝卜品种产量达到最高,后两个播期又逐渐降低,呈先增后降的趋势。孙利莉等^[21]在胡萝卜高垄栽培模式研究发现,胡萝卜在播种后45~115 d肉质根迅速膨大,本试验设计的播期最晚为7月17日,收获期已至11月1日,生育期内日均温、积温累计值等气象数据数值也明显低于其他播期,导致该播期胡萝卜的产量显著降低;而播期最早设置在5月7日,收获期为8月27日,使得胡萝卜在肉质根膨大期受到夏季高温胁迫,影响其产量。本研究中6月20日左右播种的胡萝卜于8月初~9月末肉质根迅速膨大,在此期间,由夏末到秋季,适宜的温度能够促进大量营养物质向肉质根转运,使得胡萝卜单根质量迅速增加,产量快速升高,因此宁夏地区胡萝卜播期安排在6月20日左右可获得较高的产量。其中17-13在此播期每667 m²产量高达9 857.82 kg,较对照增产50.60%,4个播期的平均每667 m²产量也达到8 244.56 kg,在同样以黑田五寸为对照品种的引种试验中,牟晓卉^[22]筛选出的高产品种红辉五寸的每667 m²最高产量为5 009 kg,较对照却仅增产10%,远低于本研究中的17-13;除17-13外,16-890与D1202在4个播期的平均每667 m²产量也分别高达6 690.31 kg和6 617.52 kg,因此若选择高产品种植时,可选择上述3个品种。

3.2 不同播期胡萝卜品种品质的评价

胡萝卜的品质不仅会受品种自身遗传因素的控制^[23-24],王迎港等^[25]发现在胡萝卜品种黑田五寸中,*Orange*基因能够调控类胡萝卜素的生物合成;邓元杰等^[26]发现调控 β -胡萝卜素降解的*DcCCD7*基因可能具有品种和组织特异性,还会受到环境因子的影响。例如刘露^[27]研究发现土壤温度升高和一定的水分胁迫会显著提高胡萝卜的可溶性固形物、纤维素及 β -胡萝卜素含量,进而增加其品质。而播期正是通过胡萝卜各生育期内的环境因子的变化,进而影响其品质。郑重阳等^[13]通过研究发现,太原地区4月10日左右播种的胡萝卜随着播期的推移胡萝卜素含量逐渐升高,随后又降低;本研究结果发现,自5月7日第1播期种植胡萝卜开始,随着播期推移,5月20日播种的胡萝卜品种 β -胡萝卜素含量和可溶性固形物含量最高,后两个播期又逐渐降低,同样呈先增后降的趋势,这与郑重阳等^[13]的研究结果相一致。肉质根膨大期是胡萝卜品质形成的关键时期,本试验在5月20日播种的胡萝卜于6月末左右进入肉质根膨大期,此时正处初夏时节,宁夏地区日照充足,昼夜温差较大,十分有利于可溶性固形物等营养物质的积累,胡萝卜品质也达到最佳^[10]。

本研究结果显示,17-13的 β -胡萝卜素含量较高,为1.39 mg/g;16-823的可溶性固形物含量最高,可达17.57%,同时该品种的 β -胡萝卜素含量也达到1.25 mg/g,黄色胡萝卜的叶黄素和番茄红素含量较高,能够预防近视、心脏病和癌症,营养物质含量相比于橙色胡萝卜来说更加丰富^[28],因此若追求能够收获营养物质丰富的品种,可选择种植黄色胡萝卜品种16-823。含水量在4个播期的变化呈先降后升的趋势,且在7月17日种植胡萝卜含水量较高,其中17-212含水量最高,高达93.77%。16-801口感赋值最高,且在4个播期口感赋值均大于等于2.00,该品种同时兼顾了甜度、脆度和水分,为口感最佳的品种,因此若想收获口感丰富的胡萝卜,可选择种植该品种。本研究还发现日平均温度、累积降水量、总日照时数以及 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温累积值均与可溶性固形物含量、 β -胡萝卜素含量以及口感赋值结果呈正相关结果相一致,由此推断,温度、降水及日照时数越高,胡萝卜营养物质积累越丰富,口感也越丰富,其品质越好。

3.3 不同播期胡萝卜品种综合性状的评价

胡萝卜品种的特性评价需要从肉质根性状、产量、品质等方面进行综合考量。主成分分析法可根据综合因子的贡献率确定指标的权重,能够较全面地综合了解不同胡萝卜品种的主成分构成、特征及生物

学意义,使得评价结果客观唯一,是目前对作物品种进行综合评价时应用最多的方式^[29]。本研究主成分综合评价结果表明,参试胡萝卜品种在5月7日种植,综合性状最好的品种是16-890, D 值为0.753;在5月20日种植,综合性状最好的是17-13, D 值为0.934;在6月20日种植,的品种综合性状最好的是D1202, D 值为0.762;在7月17日种植,的品种综合性状最好的是17-13, D 值为0.752。其中17-13和D1202不仅在大部分播期的综合排名均靠前,其肉质根性状、产量及品质指标在4个播期中排名均靠前,综合表现也具佳,因此这2个品种可适于4个播期种植。综上,不同的胡萝卜品种有不同的特性,除受不同品种自身遗传特性的支配外,也会受到环境条件和栽培管理技术的影响,只有在适宜的播期种植适宜的品种,在生长发育过程中协调各种环境因子的变化,才能最大程度实现胡萝卜的高产、稳产,从而获得更多的经济效益^[30-31]。

4 结 论

本研究对国内外14个胡萝卜品种在宁夏地区进行4个播期(5月7日,5月20日,6月20日和7月17日)的引种试验,结果表明5月20日种植的各参试品种胡萝卜肉质根形态指标较高,其中17-13肉质根形态最好;6月20日种植的胡萝卜品种产量较高,其中17-13产量最高; β -胡萝卜素含量和可溶性固形物含量在5月20日较高,其中17-13的 β -胡萝卜素含量最高,16-823的可溶性固形物含量最高;在7月17日种植胡萝卜含水量较高,其中17-212含水量最高;16-801口感赋值最高,为口感最佳的品种。参试胡萝卜在5月7日、5月20日、6月20日和7月17日种植的综合性状最好品种分别为16-890、17-13、D1202和17-13。其中17-13和D1202在其他播期的综合排名均靠前,这2个品种适于4个播期种植,且品种的综合表现较好。因此不同的胡萝卜品种只有在适宜的播期种植,才能真正实现胡萝卜的高产、稳产,从而收获更多的经济效益。

参考文献 References:

- [1] 赵彦,陈源闽,廉勇,等.胡萝卜种质资源遗传多样性的RAPD分析[J].华北农学报,2007,22(4):137-140.
ZHAO Y, CHEN Y M, LIAN Y, et al. Study on germplasm resources of carrot (*Daucus carota* L.) Based on RAPD Analysis [J]. Acta agriculturae boreali-Sinica, 2007, 22(4): 137-140.
- [2] FENG Q, XI L H, GUANG L W, et al. Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the *Apiaceae* family [J]. Horticulture research, 2019, 6: 69.
- [3] TAN S S, DUAN A Q, WANG G L, et al. Genome-wide identification reveals the *DcMADS-box* family transcription factors involved in flowering of carrot [J]. Scientia horticulturae, 2023, 308.
- [4] 王广龙,却枫,陈伯清,等.胡萝卜ACC合成酶基因*DcACS*的克隆与表达分析[J].核农学报,2018,32(12):2326-2334.
WANG G L, QUE F, CHEN B Q, et al. Cloning and expression profile analysis of a *DcACS* gene encoding ACC synthase from *Daucus carota* L [J]. Journal of nuclear agricultural sciences, 2018, 32(12): 2326-2334.
- [5] 张振清.围场胡萝卜产业现状及发展对策[J].中国种业,2010(6):42-43.
ZHANG Z Q. Present situation and development countermeasure of carrot industry in paddock [J]. Seed industry in China, 2010(6): 42-43.
- [6] 郭茹.中国农业企业面向中东欧国家“走出去”战略决策研究[D].北京:北京交通大学,2021.
GUO R. Study on the strategic decision of chinese agricultural enterprises “going global” with central and eastern european countries as the target market [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2021.
- [7] 李子龙,田明静.银川市气候资源生产潜力研究[J].农业科学研究,2017,38(1):53-56.
LI Z L, TIAN M J. The climate potential productivity of Yinchuan [J]. Journal of agricultural sciences, 2017, 38(1): 53-56.
- [8] 冯海萍,刘晓梅,白生虎,等.不同青花菜品种在宁南山区的适应性综合评价[J].种子,2020,39(12):134-137.
FENG H P, LIU X M, BAI S H, et al. Comprehensive evaluation of adaptability of different broccoli varieties in mountain area of Southern Ningxia [J]. Seed, 2020, 39(12): 134-137.
- [9] 王淳.鲜食胡萝卜品种引进及肉质根的相关研究[D].太原:山西农业大学,2019.
WANG C. Introduction and correlation study of fleshy roots of fresh-eating carrot varieties [D]. Taiyuan: Shanxi Agricultural

- University, 2019.
- [10] 冯海萍, 金志芸. 宁夏南部山区夏播胡萝卜品种筛选及综合评价[J]. 中国瓜菜, 2022, 35(10): 69-75.
FENG H P, JIN Z Y. Screening and comprehensive evaluation of summer sowing carrot varieties in southern mountainous area of Ningxia[J]. China cucurbits and vegetables, 2022, 35(10): 69-75.
- [11] 王晓敏, 潘兵青, 王晓艳, 等. 不同迷你胡萝卜品种的生物学特性评价及主成分分析[J]. 安徽农业大学学报, 2020, 47(2): 309-317.
WANG X M, PAN B Q, WANG X Y, et al. Evaluation of biological characteristics and principal component analysis of different baby carrot varieties[J]. Journal of Anhui agricultural university, 2020, 47(2): 309-317.
- [12] 景美玲, 王彦龙, 马玉寿, 等. 播期对青海草地早熟禾生长特性的影响[J]. 西北农业学报, 2018, 27(12): 1754-1762.
JING M L, WANG Y L, MA Y S, et al. Effects of sowing dates on growth of *Poa pratensis* L. cv. 'Qinghai' [J]. Acta agriculturae boreali-occidentalis Sinica, 2018, 27(12): 1754-1762.
- [13] 郑重阳, 李梅兰, 朱栋霖, 等. 春播时间对胡萝卜产量和品质的影响[J]. 山西农业科学, 2018, 46(6): 926-927+941.
ZHENG C Y, LI M L, ZHU D L, et al. Effects of sowing time in spring on the yield and quality of carrot[J]. Journal of Shanxi agricultural sciences, 2018, 46(6): 926-927+941.
- [14] 李洪磊, 王晓敏, 郑福顺, 等. 基于主成分和隶属函数分析的不同果色番茄品种引种初步评价[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2021, 43(2): 402-411.
LI H L, WANG X M, ZHENG F S, et al. Preliminary evaluation of different fruit color tomato varieties introduction based on principal component and membership function analysis methods[J]. Journal of Yunnan university (natural sciences edition), 2021, 43(2): 402-411.
- [15] 赵明德. 不同方法提取胡萝卜中类胡萝卜素工艺研究[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2021, 37(4): 53-58.
ZHAO M D. Different methods to extract carotenoids in carrots technology research [J]. Journal of Qinghai normal university (natural science), 2021, 37(4): 53-58.
- [16] 于玉红, 孙铁良, 谭慧明, 等. 胡萝卜品种引种比较试验[J]. 农业科技通讯, 2014(6): 3.
YU Y H, SUN T L, TAN H M, et al. Comparative experiment on introduction of carrot varieties [J]. Bulletin of agricultural science and technology, 2014(6): 3.
- [17] 仝倩, 施明, 贺建勋, 等. 5种葡萄砧木耐旱性评价及鉴定指标的筛选[J]. 核农学报, 2018, 32(9): 1814-1820.
TONG Q, SHI M, HE J X, et al. Evaluating of drought tolerance and screening the identification indexes among five grape rootstock varieties [J]. Journal of nuclear agricultural sciences, 2018, 32(9): 1814-1820.
- [18] 蒋会利. 播期密度对不同小麦品种群体茎数及产量的影响[J]. 西北农业学报, 2012, 21(6): 67-73.
JIANG H L. Effect of sowing date and density on stem number and yield of different wheat variety [J]. Acta agriculturae boreali-occidentalis Sinica, 2012, 21(6): 67-73.
- [19] 陈紫薇, 丁莫元, 董文俊, 等. 覆膜对不同播期冬小麦根系生长和产量的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(6): 136-145.
CHEN Z W, DING D Y, DONG W J, et al. Effects of plastic mulching on root growth and yield of winter wheat under different sowing dates [J]. Agricultural research in the arid areas, 2021, 39(6): 136-145.
- [20] 毛笈华, 茅淑敏, 庄飞云, 等. 胡萝卜先期抽薹遗传及环境调控研究[J]. 华北农学报, 2013, 28(3): 67-72.
MAO J H, MAO S M, ZHUANG F Y, et al. Heredity and environmental regulation of premature bolting in carrot [J]. Acta agriculturae boreali-Sinica, 2013, 28(3): 67-72.
- [21] 孙利萍, 师海斌, 赵银平, 等. 胡萝卜机耕高垄栽培模式研究[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(16): 39-41.
SUN L P, SHI H B, ZHAO Y P, et al. Study on high ridge cultivation mode of carrot [J]. Journal Anhui agricultural sciences, 2022, 50(16): 39-41.
- [22] 牟晓卉. 适于烟威地区种植出口胡萝卜品种筛选及生产关键技术研究[D]. 烟台: 烟台大学, 2018.
MU X H. Study on key technology of variety screening and production for carrot suitable for the export and cultivation in yan-wei region and production for carrot suitable for the export and cultivation in yan-wei region [D]. Yantai: Yantai University, 2018.
- [23] 李敏. 胡萝卜 FT 基因的克隆及遗传转化体系优化[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.

- LI M. Cloning and genetic transformation system optimization of FT gene in carrot [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2021.
- [24] 王欣蕊, 王雅慧, 张榕蓉, 等. 胡萝卜转录因子 *DcBZR1* 基因的克隆及组织表达特异性分析[J]. 植物生理学报, 2021, 57(2): 451-460.
- WANG X R, WANG Y H, ZHANG R R, et al. Cloning and tissue-specific expression profile analysis of *DcBZR1* gene, a transcription factor from *Daucus carota* ssp. *sativus* [J]. Plant physiology journal, 2021, 57(2): 451-460.
- [25] 王迎港, 熊爱生, 徐志胜. 黑田五寸胡萝卜中3个 *Orange* 基因的克隆与表达分析[J]. 核农学报, 2021, 35(11): 2482-2492.
- WANG Y G, XIONG A S, XU Z S. Cloning and expression analysis of three *Orange* genes in kuroda osun carrot [J]. Journal of nuclear agricultural sciences, 2021, 35(11): 2482-2492.
- [26] 邓元杰, 李彤, 冯凯, 等. 胡萝卜类胡萝卜素裂解双加氧酶7基因表达与 β -胡萝卜素含量相关性分析[J]. 核农学报, 2021, 35(10): 2284-2293.
- DENG Y J, LI T, FENG K, et al. Correlation analysis between carotenoid cleavage dioxygenase 7 gene expression and content of β -carotene in carrot [J]. Journal of nuclear agricultural sciences, 2021, 35(10): 2284-2293.
- [27] 刘露. 胡萝卜品质发育对土壤温度和水分响应[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- LIU L. Responses of quality development of carrot to soil temperature and moisture [J]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2010.
- [28] BHANDARI S R, CHOI CH S, RHEE J, et al. Influence of root color and tissue on phytochemical contents and antioxidant activities in carrot genotypes [J]. Foods, 2022, 12(1): 120.
- [29] 李笑梅. 多指标综合评价方法综述[J]. 统计与管理, 2022, 37(2): 45-48.
- LI X M. Review of multi-index comprehensive evaluation method [J]. Statistics and management, 2022, 37(2): 45-48.
- [30] 马义虎, 曾孝元, 何贤彪, 等. 浙东南地区优质稻产量与品质对不同播期气候因子的响应[J]. 浙江农业学报, 2023, 35(4): 736-751.
- MA Y H, ZENG X Y, HE X B, et al. Response of grain yield and quality of high quality rice to climate factors at different sowing dates in southeastern Zhejiang Province, China [J]. Acta agriculturae Zhejiangensis, 2023, 35(4): 736-751.
- [31] 董明辉, 陈培峰, 江贻, 等. 江苏太湖地区不同生育类型粳稻品种产量对不同播期气候因子的响应[J]. 作物学报, 2021, 47(5): 952-963.
- DONG M H, CHEN P F, JIANG Y, et al. Response of yield of different growth types of japonica rice varieties to climatic factors at different sowing dates in Taihu region of Jiangsu Province [J]. Acta agronomica Sinica, 2021, 47(5): 952-963.