

DOI: 10.19462/j.cnki.zgzy.20240401004

基于灰色关联度分析的桂南双季稻区 收籽油菜品种(系)的综合筛选

姬秋梅¹ 蒋国平² 钟丽³ 黄鹂¹¹广西壮族自治区种子管理站, 南宁 530000; ²广西一八九农业科技有限公司, 柳州 545000;³桂林市农业科学研究中心, 广西桂林 541000)

摘要:为筛选适宜桂南双季稻地区种植的收籽油菜品种,选取了14个收籽油菜品种(系)为研究对象,比较分析其生育期、农艺性状、产量、田间植株表现等性状,采用灰色关联度分析对各农艺性状进行综合评价。结果表明,希望759、22zy09在桂南双季稻区种植生育期不超过130d,产量分别较对照品种阳光131高3.6%和1.2%,且灰色关联度排序分别为第1位和第4位,适宜在桂南双季稻地区进行后期的推广种植。以上结果可为桂南双季稻地区油菜新品种登记、高效利用收籽油菜新品种及进一步促进油菜产能提升提供有效借鉴。

关键词:广西;双季稻区;收籽油菜;品种筛选;灰色关联度

Comprehensive Screening of Seed Rapeseed Varieties in Double-Season Rice Cropping Regions in Southern Guangxi Based on Grey Correlation Analysis

JI Qiumei¹, JIANG Guoping², ZHONG Li³, HUANG Li¹¹Guangxi Seed Management Station, Nanning 530000; ²Guangxi 189 Agricultural Technology Co., Ltd., Liuzhou 545000,³Guilin Agricultural Sciences Research Center, Guilin 541000, Guangxi)

油菜是国产植物油最大油源,菜籽油占国产食用植物油产量的55%以上^[1]。目前在我国大面积种植的油菜是经过多年选育改良的低芥酸、低硫代葡萄糖苷油菜^[2]。与其他植物食用油相比,双低油菜菜籽油饱和脂肪酸含量低,亚油酸和亚麻酸等多不饱和脂肪酸比例最接近人体所需,营养价值高^[3]。随着人们对美好健康生活的追求,菜籽油的需求量日益增长。自2008年始,我国每年油菜籽进口量均在100万t以上^[4]。据统计,2021年我国菜籽油消费量达800.25万t,在我国食用植物油消费量中占比21.57%,仅次于大豆油(43.69%);同年,国

产菜籽油产量仅515.0万~588.5万t,无法满足我国居民日益增长的消费需求^[5]。为降低进口依赖,在耕地资源有限的条件下,利用冬闲田种植收籽油菜是缓解菜籽油供需矛盾的有效办法。

广西利用冬闲田种植油菜的历史已久,但种植面积较少,仅占全国油菜种植面积的1%左右^[6]。2022–2023年广西收籽油菜年均种植面积3.96万hm²,平均产量976.1kg/hm²,90%以上分布在桂中、桂北地区。桂南双季稻区种植晚稻后冬闲田面积超过50万hm²,但收籽油菜年均种植面积不足0.5万hm²(广西统计局数据)。桂南双季稻区种植两季水稻生育期之和约250d左右,结合茬口安排,桂南双季稻区收籽油菜品种生育期不宜超过130d,当前多数

基金项目:国家现代农业产业技术体系项目(CARS-12)

通信作者:黄鹂

短生育期油菜品种在桂南双季稻区种植生育期约140d左右,能满足桂南双季稻区茬口安排的收籽油菜品种较少。为此,引进国内14个油菜品种(系)开展比较试验,旨在筛选出适宜桂南双季稻区生产的收籽油菜品种(系),以期为桂南双季稻地区油菜新品种的登记、收籽油菜新品种的推广应用及广西推动落实国家油料产能提升工程提供有效借鉴。

1 材料与方法

1.1 供试材料 供试油菜品种包括阳光131、丰油730、景油69、大地199、青杂15号、捷油8848、南油568、赣油杂8号,新品系包括希望759、22zy123、22zy09、桂油930、桂油973、桂油201。以《国家农作物优良品种推广目录(2023)》中收录的阳光131油菜品种为对照。

1.2 试验设计 试验地位于广西国家级农作物品种区域试验站(22°55'45"N,108°31'28"E),地处丘陵地带,属亚热带季风气候区,海拔高度为91m。土壤类型为红壤,肥力中等,前茬作物为水稻。试验采用完全随机区组设计,各参试品种(系)在同一田块种植,小区面积19.5m²,每个品种(系)设置3个重复,小区间设置走道相隔,种植方式为直播撒播,每个品种(系)用种量均为5.25kg/hm²。播种前结合整地起厢,每hm²施入复合肥(15-15-15)750kg、硼肥6kg,12月15日追施尿素225kg。供试油菜品种(系)于2022年11月16日统一播种,齐苗后间苗、定苗,控

制各小区种植密度在37.5kg/hm²。

1.3 调查内容与方法 调查各品种(系)的生育期、农艺性状(株高、有效分枝高度、第一次有效分枝数、单株有效角果数、每角粒数、千粒重、单株产量)和田间植株表现(整齐度和抗倒性)。成熟后每小区取10株进行农艺性状考种,每小区收5m²测产并计算折合每hm²产量为最终产量,同时计算各品种(系)的理论产量,最终产量(产量)与理论产量的差值为Δ产量。

1.4 数据分析 采用灰色关联度分析法综合评价油菜品种(系)的农艺性状,计算步骤参考吴新民等^[7]的方法。纳入分析的指标有产量、生育期、株高、有效分枝高度、第一次有效分枝数、单株有效角果数、每角粒数、千粒重、单株产量等。对于生育期和有效分枝高度,期望数值越小越好,因此对观测数据进行正向化处理。以各品种(系)主要性状的最大值作为参考序列^[8],无量纲化采用均值法。生育期和产量是优先考虑的因子,对应的权重赋值分别为50%和20%,其余因子的权重为30%除以其余因子的个数。采用Excel 2021进行数据处理,SPSS 21.0进行单因素方差分析,Origin 2021进行作图。

2 结果与分析

2.1 不同收籽油菜品种(系)生育期分析 从表1可知,供试收籽油菜品种(系)在11月16日播种后,从出苗到初花需66~92d,希望759最早,青杂15号

表1 不同收籽油菜品种(系)的生育期

品种(系)	播种期	初花期	终花期	成熟期	生育期(d)
阳光131(CK)	11月16日	1月31日	2月25日	4月2日	137
丰油730	11月16日	2月5日	2月26日	4月2日	137
景油69	11月16日	1月30日	2月22日	4月2日	137
希望759	11月16日	1月21日	2月21日	3月16日	120
大地199	11月16日	2月11日	2月28日	4月4日	139
青杂15号	11月16日	2月16日	3月3日	4月7日	142
22zy123	11月16日	2月1日	2月23日	4月2日	137
22zy09	11月16日	2月2日	2月22日	3月25日	129
捷油8848	11月16日	2月9日	2月27日	4月2日	137
桂油930	11月16日	2月8日	2月24日	4月2日	137
桂油973	11月16日	2月7日	2月24日	4月3日	138
桂油201	11月16日	2月7日	2月24日	4月2日	137
南油568	11月16日	2月4日	2月20日	3月31日	135
赣油杂8号	11月16日	2月9日	2月27日	4月6日	141

最迟;开花期持续 15~31d,青杂 15 号最短,希望 759 最长。供试收籽油菜品种(系)生育期在 120~142d 之间,相差 22d;对照品种阳光 131 生育期为 137d;希望 759 最短,比对照早熟 17d,青杂 15 号生育期最长,比对照迟熟 5d。生育期短于 130d 的品种(系)除了希望 759,还有 22zy09,为 129d。

2.2 不同收籽油菜品种(系)经济性状分析

从表 2 可知,14 个收籽油菜品种(系)的株高为 129.8~163.9cm,低于对照阳光 131 的品种(系)有希望 759、22zy123、景油 69、22zy09,高于对照的品种(系)有大地 199、南油 568、赣油杂 8 号、丰油 730、青杂 15 号、桂油 973、桂油 930、捷油 8848、桂油 201。有效分枝高度在 52.7~83.0cm 之间,捷油 8848 最高,南油 568 最低;仅有捷油 8848 (83.0cm)较对照(71.9cm)高,其余品种(系)有效分枝高度较对照

低 2.2~19.2cm。第一次有效分枝数为 2.1~4.2 个,景油 69 最多,丰油 730 最少;多于对照的品种(系)有景油 69、青杂 15 号、大地 199、赣油杂 8 号,其余品种(系)均少于对照。单株有效角果数为 55.9~148.6 个,南油 568 最多,丰油 730 最少;仅有南油 568 高于对照,其余品种(系)低于对照 8.1~54.1 个。每角粒数为 18.2~22.3 粒,大地 199 最多,所有品种(系)均高于对照。千粒重为 2.51~3.51g,22zy123 和桂油 201 最高,22zy09 最低;景油 69 和 22zy09 比对照低,其余品种(系)高于对照 0.04~0.49g。单株产量在 1.7~6.1g 之间,南油 568 最高,青杂 15 号最低;高于对照的品种(系)由大到小依次为南油 568、景油 69、大地 199、希望 759、桂油 930、桂油 973、捷油 8848、桂油 201,较对照高 0.1~2.7g,其余品种(系)均低于对照。

表 2 不同收籽油菜品种(系)主要经济性状

品种(系)	株高(cm)	有效分枝高度(cm)	第一次有效分枝数	单株有效角果数	每角粒数	千粒重(g)	单株产量(g)
阳光 131 (CK)	136.3	71.9	3.6	110.0	18.2	3.02	3.4
丰油 730	150.7	69.7	2.1	55.9	19.1	3.06	2.1
景油 69	132.0	62.0	4.2	85.1	20.2	3.01	5.5
希望 759	133.1	63.1	3.2	84.1	18.5	3.09	4.0
大地 199	163.9	61.4	3.9	101.9	22.3	3.18	4.1
青杂 15 号	140.3	65.4	4.1	79.2	21.2	3.33	1.7
22zy123	132.6	60.5	2.9	90.9	18.5	3.51	2.9
22zy09	129.8	60.3	2.7	74.7	21.3	2.51	2.8
捷油 8848	139.7	83.0	3.0	93.2	20.4	3.13	3.7
桂油 930	139.8	66.4	3.3	86.1	20.5	3.37	3.8
桂油 973	140.2	65.8	3.3	83.5	19.5	3.37	3.8
桂油 201	137.6	60.7	2.7	85.0	19.4	3.51	3.5
南油 568	152.4	52.7	3.5	148.6	21.7	3.22	6.1
赣油杂 8 号	152.3	61.2	3.8	78.5	20.8	3.22	2.8

2.3 不同收籽油菜品种(系)田间表现 从表 3 可知,14 个供试收籽油菜品种(系)的苗期和薹期的整齐度均属于中等水平,成熟期整齐度较好的品种(系)有阳光 131、青杂 15 号、捷油 8848、南油 568,其余品种(系)均属于中等水平。14 个供试收籽油菜品种(系)的抗倒性表现一致,田间均未出现倒伏状况,品种(系)间无明显差异。

2.4 不同收籽油菜品种(系)产量分析 从表 4 可知,14 个供试收籽油菜品种(系)产量为 1213.3~

1833.3kg/hm²,景油 69 产量最高,22zy123 产量最低;比对照阳光 131 产量高的品种(系)从大到小依次为景油 69、丰油 730、希望 759、桂油 201、桂油 930、22zy09,增幅分别为 12.1%、3.7%、3.6%、2.2%、1.8%、1.2%;比对照产量减少的品种(系)从大到小依次为南油 568、捷油 8848、赣油杂 8 号、青杂 15 号、桂油 973、大地 199、22zy123,减幅 2.1%~25.8%;除景油 69 与 22zy123 之间存在显著性差异外,其余各品种(系)间差异不显著。

表3 不同收籽油菜品种(系)田间整齐度和抗倒性

品种(系)	整齐度			抗倒性
	苗期	薹期	成熟期	
阳光 131 (CK)	中	中	好	直
丰油 730	中	中	中	直
景油 69	中	中	中	直
希望 759	中	中	中	直
大地 199	中	中	中	直
青杂 15 号	中	中	好	直
22zy123	中	中	中	直
22zy09	中	中	中	直
捷油 8848	中	中	好	直
桂油 930	中	中	中	直
桂油 973	中	中	中	直
桂油 201	中	中	中	直
南油 568	中	中	好	直
赣油杂 8 号	中	中	中	直

14 个供试收籽油菜品种(系)理论产量为 637.5~2287.5kg/hm², 南油 568 理论产量最高, 青杂 15 号最低; 各品种(系)由高到低排序依次为南油 568> 景油 69> 大地 199> 希望 759> 桂油 930> 桂油 973> 捷油 8848> 桂油 201> 阳光 131>22zy123>22zy09> 赣油杂 8 号 > 丰油 730> 青杂 15 号; 阳光 131、丰油 730、希望 759、青杂 15 号、22zy123、22zy09、捷油

8848、桂油 930、桂油 201、赣油杂 8 号的产量比理论产量增加了 100.5~908.5kg/hm², 丰油 730 Δ 产量最高; 景油 69、大地 199、桂油 973、南油 568 的产量比理论产量减少了 5.0~686.8kg/hm², 南油 568 Δ 产量最低。

2.5 产量与各农艺性状的灰色关联度分析

Spearman 相关性分析结果显示, 收籽油菜品种(系)的产量与生育期呈显著负相关, 株高与生育期、单株产量与单株有效角果数分别呈显著正相关(图 1)。从表 5 可知, 供试收籽油菜品种(系)各性状的灰色关联系数(以下简称系数)不同, 不同品种(系)同一性状系数也存在差异。系数越大, 说明该性状越接近目标性状; 系数越小, 说明该性状对目标性状表现就越差^[9]。如对照品种阳光 131 的各性状系数中, 最大的是产量(0.829), 说明该品种的所有性状中, 产量最接近理想品种; 景油 69 产量的系数为 1, 说明该品种(系)的产量最接近理想品种, 但其生育期的系数为 0.814, 在该性状的所有品种(系)系数排序中是第 6 位, 选择该品种(系), 意味着生育期性状上远离了理想品种。

灰色关联度是品种各经济性状的综合体现, 由表 6 可知, 灰色关联度排序依次为希望 759> 南油 568> 景油 69>22zy09> 桂油 930> 桂油 201> 大地 199> 阳光 131> 丰油 730> 赣油杂 8 号 > 捷油

表4 不同收籽油菜品种(系)的产量

品种(系)	产量(kg/hm ²)	较对照 \pm (%)	理论产量(kg/hm ²)	Δ 产量(kg/hm ²)
阳光 131 (CK)	1635.3ab	-	1275.0	360.3cdef
丰油 730	1696.0ab	3.7	787.5	908.5g
景油 69	1833.3b	12.1	2062.5	-229.2b
希望 759	1694.0ab	3.6	1500.0	194.0bcde
大地 199	1412.7ab	-13.6	1537.5	-124.8bc
青杂 15 号	1468.0ab	-10.2	637.5	830.5fg
22zy123	1213.3a	-25.8	1087.5	125.8bcde
22zy09	1655.3ab	1.2	1050.0	605.3efg
捷油 8848	1488.0ab	-9.0	1387.5	100.5bcde
桂油 930	1664.0ab	1.8	1425.0	239.0bcde
桂油 973	1420.0ab	-13.2	1425.0	-5.0bcd
桂油 201	1672.0ab	2.2	1312.5	359.5cdef
南油 568	1600.7ab	-2.1	2287.5	-686.8a
赣油杂 8 号	1468.7ab	-10.2	1050.0	418.7def

同列不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著

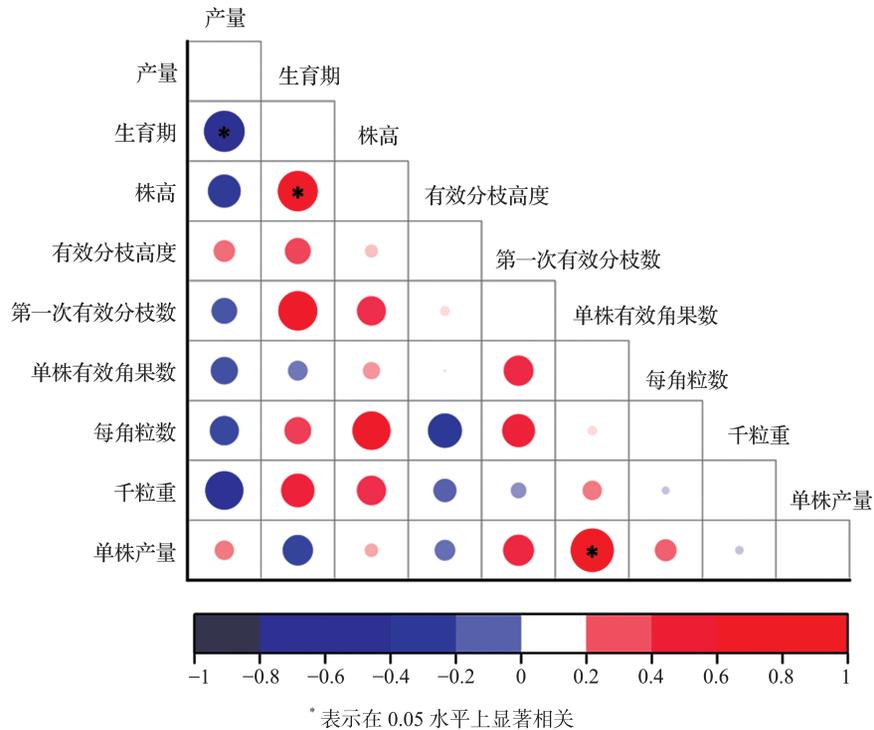


图 1 不同收籽油菜品种(系)各性状的 Spearman 相关性

表 5 不同收籽油菜品种(系)主要性状的灰色关联系数

品种(系)	产量	生育期	株高	有效分枝高度	第一次有效分枝数	单株有效角果数	每角粒数	千粒重	单株产量
阳光 131 (CK)	0.829	0.814	0.759	0.654	0.772	0.588	0.751	0.799	0.449
丰油 730	0.875	0.814	0.868	0.675	0.491	0.373	0.794	0.813	0.355
景油 69	1	0.814	0.731	0.771	1	0.464	0.855	0.796	0.786
希望 759	0.873	1	0.738	0.754	0.670	0.461	0.765	0.823	0.512
大地 199	0.695	0.799	1	0.781	0.871	0.541	1	0.855	0.524
青杂 15 号	0.724	0.778	0.786	0.723	0.953	0.442	0.918	0.916	0.333
22zy123	0.608	0.814	0.735	0.797	0.610	0.488	0.765	1	0.407
22zy09	0.844	0.886	0.718	0.801	0.575	0.427	0.925	0.661	0.400
捷油 8848	0.736	0.814	0.782	0.581	0.628	0.499	0.867	0.837	0.478
桂油 930	0.850	0.814	0.783	0.710	0.693	0.468	0.873	0.933	0.489
桂油 973	0.699	0.806	0.786	0.718	0.693	0.458	0.815	0.933	0.489
桂油 201	0.856	0.814	0.767	0.793	0.575	0.464	0.810	1	0.458
南油 568	0.805	0.830	0.883	1	0.744	1	0.954	0.871	1
赣油杂 8 号	0.725	0.785	0.882	0.785	0.835	0.440	0.892	0.871	0.400

8848> 桂油 973> 青杂 15 号>22zy123。说明 14 个供试收籽油菜品种(系)中,希望 759 最接近理想品种。

3 结论与讨论

灰色关联度分析法已广泛应用于作物新品种选育和引进工作中,如玉米^[10]、棉花^[11]、辣椒^[12]、

梨^[13]等。以往研究多针对作物某个目标性状与其他多个相关性状进行关联分析,如果目标性状与某一相关性状变化的方向、大小和速度等基本一致,则两者的关联度大,反之则关联度小,这样可以有效地判断出相关性状对目标性状的影响大小^[9],再利用关联度求灰色权重系数,使权重系数从主观赋值变

表6 不同收籽油菜品种(系)主要性状的灰色关联度

品种(系)	灰色关联度	排序
阳光 131 (CK)	0.777	8
丰油 730	0.769	9
景油 69	0.838	3
希望 759	0.877	1
大地 199	0.777	7
青杂 15 号	0.751	13
22zy123	0.734	14
22zy09	0.805	4
捷油 8848	0.754	11
桂油 930	0.789	5
桂油 973	0.753	12
桂油 201	0.787	6
南油 568	0.852	2
赣油杂 8 号	0.756	10

为客观求值,体现了各表型性状与特定性状间的内在联系,可大大提高选育的准确性和效率。本研究基于灰色关联度分析法原理,采用供试品种(系)各性状中的最大值构建了适宜桂南双季稻区种植的油菜品种性状参考序列。结果表明,供试收籽油菜品种(系)的产量与理论产量相差较大,可能是由于品种(系)的养分需求差异导致。同一水肥管理模式下,高养分需求品种(系)可能处于缺肥状况,低养分需求品种(系)则相反,使得油菜的干物质积累达不到理想状态。

桂南双季稻区通常包括南宁、梧州、北海、钦州、防城港、贵港、玉林、崇左等地市,晚稻一般于11月中下旬收割,于次年清明前种植新一茬早稻,冬闲田的空档时间一般不超过130d(除去稻田浸泡、犁耙时间等)。因此,在对桂南双季稻区进行适宜种植的收籽油菜品种(系)筛选时,需重点考虑生育期。生育期过长,茬口衔接不上,影响次年早稻的生产,进而影响粮食安全;生育期过短,油菜难以积累足够的干物质,会导致产量偏低。因此,适宜桂南双季稻区种植的收籽油菜品种(系)生育期最好不超过130d,以120d左右为宜。本研究中,供试收籽油菜品种(系)的产量与生育期呈显著负相关,说明生育

期长的收籽油菜品种(系)在本试验区气候条件下产量表现不佳。结合桂南双季稻区的需求,本研究在灰色关联度的计算过程中,对生育期和产量进行了较大权重赋值。结果表明,希望759、南油568、景油69、22zy09为灰色关联度排名前4的品种(系)。尽管景油69、丰油730等品种(系)产量较高,但因其生育期过长,灰色关联系数较小,所以不作为优先推广品种(系),应选择希望759、22zy09这2个油菜品种(系)作为桂南双季稻区油菜品种进行后期的推广应用。

参考文献

- [1] 王汉中. 以新需求为导向的油菜产业发展战略. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 613-617
- [2] 彭琦琪. 广西早熟甘蓝型油菜筛选鉴定与初步应用研究. 南宁: 广西大学, 2022
- [3] 刘新红, 邓力超, 曲亮, 惠荣奎, 李莓. 油菜的多用途利用及产业发展建议. 湖南农业科学, 2018(5): 100-103
- [4] 张冉, 曹娟娟, 濮超, 李育, 金海刚. 中国油菜籽和菜籽油的生产、进出口及供需分析. 中国油脂, 2022, 47(6): 8-14, 52
- [5] 朋文欢. 我国油菜籽和菜籽油进口形势与问题分析. 中国农民合作社, 2022(12): 28-30
- [6] 谭冠宁, 韦本辉, 李丽淑, 何海旺, 蒋菁. 广西油菜产业发展的现状、问题及对策探讨. 广西农业科学, 2007, 38(5): 582-584
- [7] 吴新红, 潘根兴. 影响城市土壤重金属污染因子的关联度分析. 土壤学报, 2003, 40(6): 921-928
- [8] 吕昕怡, 王鹏钧, 方楠, 陈辰, 周洲, 沈良. 基于灰色关联模型的北京市生态环境评价研究. 化工管理, 2022(33): 34-37
- [9] 陈宝刚, 闫凤岐, 康少辉, 苏浴源, 申领艳, 栗淑芳. 结球甘蓝单株产量与表型数量性状的灰色关联度分析. 中国瓜菜, 2024, 37(1): 39-44
- [10] 马兴业, 王平喜, 吴向远, 进茜宁, 王辉, 陈士林. 玉米农艺性状与单株产量的灰色关联度和通径分析. 河南科技学院学报: 自然科学版, 2023, 51(3): 7-13
- [11] 逯涛, 曾庆涛, 张文, 王文博, 王政洋, 杨芮, 孙玉岩. 主成分分析及灰色关联度分析综合评价棉花产量与品质. 新疆农业科学, 2023, 60(5): 1099-1109
- [12] 梁增文, 高明刚, 李金玲, 袁艳芳, 信国滨, 梁溪原, 梁友忠, 杨朝霞, 周丽娟. 基于灰色关联度分析和主成分分析的辣椒栽培水肥条件综合评价. 蔬菜, 2023(6): 29-32
- [13] 端端薇, 张向展, 李博, 王梦茹, 解业荣, 李配, 王磊, 杨健, 薛华柏. 梨296份种质资源果点性状综合评价. 园艺学报, 2023, 50(11): 2305-2322

(收稿日期: 2024-04-01)