

西藏自治区大白菜耐抽薹特性评价

赵艳宁,高 彪*

(西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所,西藏 拉萨 850032)

摘 要:为探讨西藏自治区大白菜耐抽薹性状及选育优良耐抽薹白菜种质资源,将7份西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所选育的大白菜品种(系)为材料,观察生育期内形态特征,统计不同品种(系)的刺毛、检测叶绿素含量、干物质积累情况及抽薹率等指标,对西藏大白菜的耐抽薹特性进行评价。结果表明,可将7份大白菜品种(系)被划分为3个等级,依次为耐抽薹(“藏育1号”ZY、344)、中间型(A12、211、E2和400)、不耐抽薹(SD3);耐抽薹品种(系)表现为匍匐生长,叶片刺毛较多且刺毛较硬,结球前期干物质积累较慢,叶绿素含量较高;中间型和不耐抽薹品种(系)则为半直立生长,结球前期干物质积累较快,叶绿素含量也较低。综合评价得出,SD3的耐抽薹性最差,藏育1号ZY和344的耐抽薹最强,这些材料可作为大白菜耐抽薹研究的重要种质资源。

关键词:大白菜;耐抽薹;西藏;刺毛;抽薹率

中图分类号:S634.1 **文献标识码:**A

Characteristics Evaluation of Bolting Resistance of Chinese Cabbage (*Brassica rapa ssp. pekinensis*) in Tibet

ZHAO Yanning, GAO Biao

(Institute of Vegetable, Tibet Academy of Agriculture and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lhasa 850032, China)

Abstract: In order to exploring the bolting-resistant characteristics of Chinese cabbage (*Brassica rapa ssp. pekinensis*) in Tibet and breeding excellent bolting-resistant Chinese cabbage germplasm resources, 7 Chinese cabbage varieties (lines), bred by institute of vegetable in Tibet academy of agriculture and animal husbandry sciences, were used as the materials. We observed its morphological characteristics during the growth period, gathered statistics the contents of spiny hairs, detected the chlorophyll content, dry matter accumulation and bolting rate and other indicators of different varieties (lines) to evaluate the bolting resistance of Chinese cabbage in Tibet. The results showed that the 7 Chinese cabbage varieties (lines) were divided into three grades, which were bolting-resistant (ZY and 344), intermediate type (A12, 211, E2 and 400), and bolting-intolerant (SD3). The bolting-resistant varieties (lines) generally showed prostrate growth habit, with more hard leaf spiny hair, and slower dry matter accumulation and higher chlorophyll content. While the intermediate type and bolting-intolerant varieties (lines) were semi-erect growth and accumulated dry matter faster and lower chlorophyll content in the early stage of heading. The comprehensive evaluation showed that SD3 had the worst bolting resistance, Zangyu -1 (ZY) and 344 had the strongest bolting resistance. These materials could be used as important germplasm resources for future research on bolting resistance of Chinese cabbage in Tibet.

Key Words: *Brassica rapa ssp. pekinensis*; bolting resistance; Tibet; Spiny hair; Bolting rate

西藏自治区位于青藏高原西南部,受地形、地貌和大气环流等因素的影响,形成了热带、亚热带、高原温带、高原亚寒带和高原寒带等多种特殊的青

藏高原多种小气候类型^[1]。长期以来,因西藏自治区独特的高原气候和地理地貌特征,逐渐形成了藏区农牧民以大白菜、萝卜和土豆为主的蔬菜偏好性^[2],此偏好冬春季尤为明显。大白菜(*Brassica rapa ssp. Pekinensis*, AA=20),具有生产成本低、产量高、耐储存运、周年供应、营养丰富和栽培简单等特点,是藏区农牧民栽培和种植面积最广的蔬菜之一^[3]。作为藏区农牧民偏好的蔬菜种类之一,冬春季大白菜在藏区的消费市场巨大^[3]。西藏自治区大白菜种植面积较大,夏秋季主要以露地种植为

收稿日期:2022-06-21

基金项目:西藏自治区科技计划项目(XZ202201ZY0006N);西藏农牧科学院蔬菜所科研发展基金项目(KYFZJJ-2021-05)。

作者简介:赵艳宁(1988-),女,研究实习生,主要从事蔬菜育种研究,E-mail:zjnn28@163.com;*为通讯作者:高彪(1989-),男,研究实习生,主要从事园艺作物育种研究,E-mail:gaobiao-self@163.com。

主,冬春季节则以设施种植为主。先期抽薹是影响大白菜的产量和品质的主要因素,大白菜先期抽薹会直接导致其包球性差、内叶数少、内叶畸形及短缩茎伸长,严重影响其口感、品质及商品性^[4]。然而在大白菜选育及制种过程中,需要通过春化作用完成抽薹现蕾进行后续育种工作。春化作用是诱导和促进植株花芽分化的启动因子^[5]。大白菜在生长发育过程中需要经过春化阶段才能进行花芽分化,但不同类型对低温及光照的要求有较大差异。

西藏地区自然条件较差,气候环境多样。高海拔、种植期温度偏低、光照充足、紫外线强烈等环境条件十分特殊,因此针对当地自然条件选育适宜不同生态区种植的大白菜品种(系)是亟需解决的问题。在大白菜育种及栽培工作中需要明确不同品种(系)的抽薹特性,进而针对不同生态区选育不同耐抽薹等级的大白菜新品种,这也是目前西藏白菜育种工作的重中之重。

已有的研究发现,通过白菜型冬油菜春播,对不同参试品种进行冬春性鉴定,其结果精确可靠,具有一定的科学性与可行性^[6]。早期的西藏大白菜资源主要以春播茬口为主,而要实现制种,需在每年1月底至2月上旬进行育苗,其抽薹开花前期正好经历了早春的幼苗低温胁迫阶段,由此推断西藏大白菜资源为温敏型。温敏型大白菜的抽薹开花过程则是其冬性强弱的发育直观表现。一般而言,大白菜春播中耐抽薹的品种其冬性相对较强,易抽薹的品种其春性相对较强。因此,可以借鉴冬油菜冬春性鉴定方法,将西藏自治区大白菜进行秋播,以此对其进行耐抽薹等级的划分。本研究以西藏自治区农牧科学院选育的大白菜品种(系)为材料,从形态特征、现蕾抽薹率等指标及干物质积累等方面对西藏大白菜耐抽薹等级进行划分,以期为选育适宜西藏自治区不同生态区种植的大白菜优良种质资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所选育的大白菜品种(系)为试验材料(表1),除“藏育1号”ZY为审定品种外,其余均为品系。试验于2021年7月8日播种于西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所原种繁育基地,试验地前茬为豆角。

1.2 试验设计

试验采用随机区组排列方式,设3次重复。小区面积4 m²,开沟条播,株距40 cm,行距30 cm。出苗后长至三叶一心期间苗定植,每个小区最终定植45株。整个生育期采用常规田间管理。

1.2.1 形态特征和生物学特性调查

2021年8月上旬,对不同品种(系)大白菜的相关形态特征和生物学特性进行记载。

1.2.2 干物质积累的测定

2021年8月中旬,分别从各品种(系)中随机挑选5个单株,挖根后整株带回实验室。清水冲洗干净后从生长点处切开,测定地上部、地下部鲜质量,分别测定根长后并用数显游标卡尺测定不同品种(系)白菜的根颈直径,然后将不同品种(系)白菜的根和叶80℃烘干测定干质量。

1.2.3 刺毛及叶绿素含量的测定

各品种(系)选取5株长势相同的单株,莲座期从外向内第5片叶,测量其单位面积内刺毛数量,结球前期从外向内第6片叶测量其叶绿素含量及生物量积累相关指标。

1.2.4 现蕾率、抽薹率、开花率和结实率的调查

现蕾期后,统计每个品种(系)的现蕾株、抽薹株、开花株、结实株及总株数,用于后期分析现蕾率、抽薹率、开花率和结实率。

1.3 数据分析

采用Microsoft Office 2016软件制表,SPSS 26.0软件对生物量积累及春化相关指标进行显著性分析。

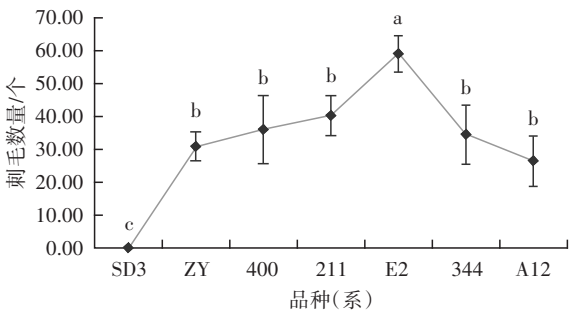
2 结果分析

2.1 西藏自治区大白菜植物学特性分析

不同品种(系)的西藏大白菜植物学特性不尽相同(表1)。“藏育1号”ZY、400及344品种(系)表现出匍匐生长,其余品系均为半直立生长;对叶片刺毛和蜡粉的分布特征观测得出,除SD3表现出无刺毛且叶片两面均匀分布有一层较厚的蜡质外,其余品系均表现出叶片有刺毛、无蜡粉性状,但各品种(系)单位面积内刺毛的个数不同,显著性分析表明,E2和SD3表现出差异极有统计学意义($p<0.01$),而其他品种(系)的刺毛数量则差异无统计学意义($p>0.05$);“藏育1号”ZY和344这两个品种(系)的刺毛分布较多且刺毛硬度较高(图1);就叶色而言,SD3表现为浅绿色,E2和A12表现为黄绿色,其余品种(系)的叶色均为深绿色;花色性状除SD3表现为浅黄色外,其余各品种(系)均为黄色。

表1 西藏自治区大白菜不同品种(系)植物学特性

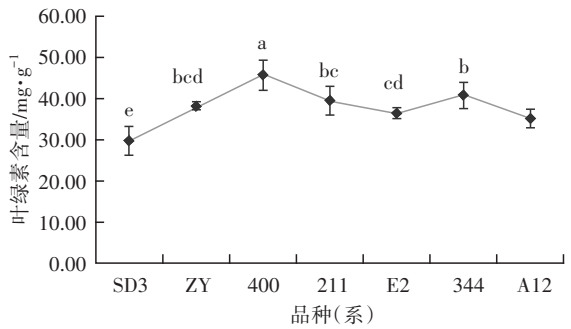
| 品种(系) | 生长习性 | 刺毛 | 叶色 | 蜡粉 | 叶片厚度 | 花色 |
|-------|------|-----|----|----|------|----|
| SD3 | 半直立 | 无 | 浅绿 | 多 | 厚 | 浅黄 |
| ZY | 匍匐 | 多且硬 | 深绿 | 无 | 厚 | 黄 |
| 400 | 匍匐 | 多 | 深绿 | 无 | 中 | 黄 |
| 211 | 半直立 | 中 | 深绿 | 无 | 中 | 黄 |
| E2 | 半直立 | 多 | 黄绿 | 无 | 厚 | 黄 |
| 344 | 匍匐 | 多且硬 | 深绿 | 无 | 厚 | 黄 |
| A12 | 半直立 | 中 | 黄绿 | 无 | 中 | 黄 |



误差棒表示3个重复的平均值±SE,图中小写字母不同表示各品种(系)间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图1 西藏自治区大白菜不同品种(系)叶片刺毛数量

各品种(系)的叶绿素含量存在明细差异(图2),结果表明:品系400的叶绿素含量最高,为45.74 mg/g,而SD3的叶绿素含量最低,为29.73 mg/g,其余品种(系)的叶绿素含量居于二者之间。显著性分析表明,400,344,A12及SD3的叶绿素含量均达到差异极有统计学意义($p<0.01$)水平,而344,“藏育1号”(ZY),211及E2,A12等品系间叶绿素含量差异无统计学意义($p>0.05$)。



误差棒表示3个重复的平均值±SE,图中小写字母不同表示各品种(系)间差异有统计学意义($p<0.05$)。

图2 西藏自治区大白菜不同品种(系)叶绿素含量

2.2 西藏自治区大白菜春化指标分析

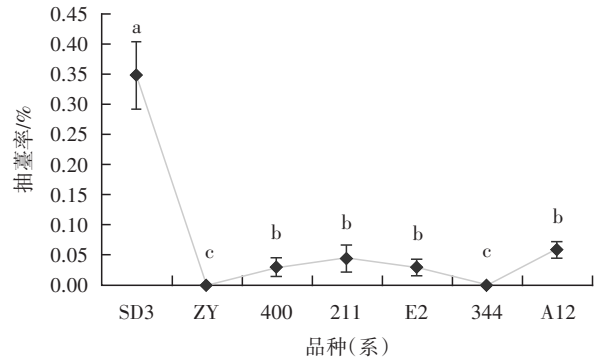
不同品种(系)的现蕾率、抽薹率、开花率及结实率均有所不同,其中SD3不仅能顺利通过春化并且完全结实(表2)。各品种(系)的现蕾率从高到低分为七级,依次为SD3,211,E2,400,A12,344,“藏育1号”(ZY);抽薹率从高到低分为五级,依次为SD3,A12,211,E2(400),344(ZY);开花率从高

到低分为四级,依次为SD3,A12,211,E2(400,344,ZY);结实率从高到低则被分为两级,依次为SD3,A12(211,E2,400,344,ZY)(表2)。

表2 西藏自治区大白菜春化指标统计

| 品种(系) | 现蕾率/% | 抽薹率/% | 开花率/% | 结实率/% |
|-------|--------|--------|--------|---------|
| SD3 | 65.00% | 34.81% | 34.81% | 100.00% |
| ZY | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 400 | 13.00% | 2.96% | 0.00% | 0.00% |
| 211 | 20.00% | 4.44% | 4.44% | 0.00% |
| E2 | 14.30% | 2.96% | 0.00% | 0.00% |
| 344 | 0.70% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| A12 | 10.00% | 5.93% | 5.93% | 0.00% |

因本研究观测发现,西藏自治区大白菜在抽薹的过程中不同品系出现了结球初期现蕾型、结球中期现蕾型的差异。故本研究以不同品种(系)抽薹率来直观体现其耐抽薹等级。就抽薹率而言,可将西藏大白菜不同品种(系)大体划分为3个等级,耐抽薹品种(系):“藏育1号”ZY和344;中间型品系:A12,211,E2和400;不耐抽薹品系:SD3(图3)。结果表明SD3的耐抽薹性最差,而“藏育1号”ZY和344则为耐抽薹品种(系),二者可作为耐抽薹研究的重要资源进行后续研究。



误差棒表示3个重复的平均值±SE,图中小写字母不同表示各品种(系)间的差异有统计学意义($p<0.05$)。

图3 西藏自治区大白菜不同品种(系)抽薹率

2.3 西藏自治区大白菜干物质积累分析

结球前期观测发现,各品种(系)的干物质积累水平差异较大(表3)。SD3根长最长,达到17.27 cm,“藏育1号”ZY的根长最短,为12.07 cm,其余各品种(系)的根长介于二者之间,显著性分析得出,SD3与ZY根长差异极有统计学意义($p<0.01$),其余品系差异无统计学意义($p>0.05$)。各品种(系)的根粗均小于1 cm,显著性分析显示,各品种(系)间差异无统计学意义($p>0.05$)。SD3地上部鲜质量最大,为133.47 g,211地上部鲜质量最小,为54.67 g,显著性分析得出二者差异极有统计学意义($p<0.01$),其余各品种(系)间地上部鲜质量差异无统

计学意义($p>0.05$)(表3)。E2地下部鲜质量最大,为1.75 g,“藏育1号”(ZY)的地下部鲜质量最小,为0.28 g,显著性分析得出,二者差异极有统计学意义($p<0.01$),其余品种(系)间地下部鲜质量差异无统计学意义($p>0.05$)。SD3和E2的地上部干质量最大,分别为7.47 g和6.77 g,211的地上部干质量最小,为3.97 g,显著性分析得出,SD3与E2,ZY与400,344,A12差异均无统计学意义($p>0.05$),211除与SD3,E2差异极有统计学意义($p<0.01$),与其余各品种(系)差异均无统计学意义($p>0.05$)。地下部干质量分析得出,除A12与ZY差异无统计学意义($p>0.05$)外,其余各品种(系)均与ZY差异极

有统计学意义($p<0.01$)外。各品种(系)间的根冠比分析发现,211根冠比最大,达1.75%,ZY根冠比最小,为0.37%,显著性分析得出,211,E2,344,400间差异无统计学意义($p>0.05$),ZY与其余各品种(系)间根冠比差异均极有统计学意义($p<0.01$)。

结合表1中结果分析发现,SD3和E2结球前期地上部发育较快、长势旺盛,营养生长较快,干物质积累量较大;211,344,400,A12及ZY在结球前期较前两者而言地上部生长较慢。结合表2及图3分析发现,不耐抽薹品种(系)SD3在结球前期其营养生长较耐抽薹品种(系)ZY和344旺盛,干物质积累量较大。

表3 西藏自治区大白菜不同品种(系)干物质积累

| 品种(系) | 根长/cm | 根粗/cm | 地上部鲜质量/g | 地上部干质量/g | 地下部鲜质量/g | 地下部干质量/g | 根冠比/% |
|-------|---------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------|
| SD3 | 17.27±0.92 a | 0.83±0.04a | 133.47±9.45 a | 7.47±0.40 a | 1.18±0.15abc | 0.38±0.15ab | 0.89bc |
| ZY | 12.07±1.53c | 0.79±0.11a | 80.13±20.67bc | 5.50±1.32bc | 0.28±0.06c | 0.15±0.00c | 0.37c |
| 400 | 15.13±2.84ab | 0.87±0.08a | 88.00±12.83bc | 5.50±1.01bc | 1.05±0.46abc | 0.52±0.15 a | 1.20ab |
| 211 | 13.60±2.70ab | 0.80±0.04a | 54.67±5.86c | 3.97±0.42c | 0.95±0.44abc | 0.45±0.10a | 1.75 a |
| E2 | 16.43±2.87ab | 0.98±0.22 a | 97.77±48.60ab | 6.77±3.06a | 1.75±1.13 a | 0.55±0.10 a | 1.71a |
| 344 | 14.73±2.04ab | 0.98±0.09 a | 74.43±3.45bc | 4.87±0.61bc | 1.38±0.35ab | 0.42±0.06ab | 1.85a |
| A12 | 15.10±2.26 ab | 0.79±0.15a | 76.13±15.49bc | 4.77±1.04bc | 0.45±0.00bc | 0.22±0.12bc | 0.61bc |

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义($p<0.05$)。

3 结论与讨论

大白菜属十字花科芸薹属蔬菜,是我国人民餐桌上不可或缺的蔬菜之一^[3]。大白菜生长过程中,除病虫害之外,抽薹开花是影响其产量与品质的主要原因^[4]。不同品种大白菜抽薹所需的温度、光照条件存在着极大的差异,因而被划分为温敏型、光敏型、中间型(温光互补型)和温光型4个类型^[7]。

大白菜抽薹开花进程同时受到内外因素的双重调控,是一个极复杂的过程,抽薹开花的调控途径主要有:光周期途径、春化途径、自主途径、赤霉素途径及其他途径^[8-9]。有关春化最适低温及时间的研究表明,现蕾期天数、短缩茎长度和抽薹指数均可作为大白菜晚抽薹性的评价指标,但因前两者调查费时费工且对于耐抽薹品种的评价不精准,而抽薹指数或抽薹率统计具有快捷准确的优势,因而被用于大白菜抽薹等级的划分^[10]。

抽薹开花是白菜育种制种的关键制约因素,抽薹作为大白菜春化的外部形态指标,以此为基础统计的抽薹率是大白菜育种中衡量品种是否具有耐抽薹特性的直观指标,因此研究大白菜抽薹特性在其育种及栽培具有重要意义。针对西藏的自然环境及交通等制约因素,急需蔬菜育种工作者明确不同大白菜的春化特性,以期为西藏不同生态型地区

选育出适宜种植的鲜食优良大白菜品种,并保证其正常繁种。因此,明确不同大白菜的抽薹特征,针对不同需求选育不同春化特性的品种(系)是西藏自治区大白菜育种的首要任务。

参考文献:

[1] 蒋兵涛. 西藏大白菜抽薹影响因素及耐抽薹品种选育研究进展[J]. 现代农业科技, 2016(1): 127-128.

[2] 陈爱东, 兰浩志. 关于西藏生态特色蔬菜产业发展的探讨[J]. 牡丹江大学学报, 2014, 23(4): 147-150.

[3] 杨晓菊, 陈锋, 蒋兵涛. 大白菜在西藏的市场需求与育种现状[J]. 西藏农业科技, 2011, 33(3): 5-8.

[4] 于占东. 大白菜营养品质性状遗传效应分析及TuMV-Nib基因克隆与转化研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2004.

[5] 退斌, 谭克辉. 冬小麦春化过程中低温诱导的与花芽分化相关的mRNA和蛋白质的合成[J]. 植物生理学报, 1992, 18(2): 113-120.

[6] 候献飞. 环境选择对北方白菜型冬油菜抗寒性及DNA甲基化的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2016.

[7] 苏学军, 杨街美, 李化银, 等. 夏播白菜先期抽苔原因及预防[J]. 北方园艺, 1999(5): 5-6.

[8] 刘忠文, 于拴仓, 李秉超, 等. 大白菜BrAGL19的克隆及表达分析[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(3): 28-31.

[9] SHARMA N, GEUTEN K, GIRI B S, et al. The Molecular Mechanism of Vernalization in Arabidopsis and Cereals: Role of Flowering Locus C and its Homologs[J]. Physiol Plant. 2020, 170(3): 373-383.

[10] 余阳俊, 张凤兰, 赵岫云, 等. 大白菜晚抽薹性快速评价方法[J]. 中国蔬菜, 2004, 1(6): 16-18.