

The Varieties Screening of Green Stem Nonheeding Chinese Cabbage and Dark Green Leaf Nonheeding Chinese Cabbage Tolerant to Heat

Ziqi Yang^{1*}, Ziji Liu^{2#}

¹Haikou Middle School, Haikou Hainan

²Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou Hainan
Email: catasvegetable@126.com, #liuziji1982@163.com

Received: Feb. 26th, 2019; accepted: Mar. 12th, 2019; published: Mar. 20th, 2019

Abstract

Objective: It has high temperature and heavy rain in summer and autumn in Hainan province, screening cabbage varieties with high-quality, high-yield and heat-resistance could provide guarantee for cabbage annual production and meet market demand. **Method:** On the basis of the introduction of green stem nonheeding Chinese cabbage and dark green leaf nonheeding Chinese cabbage varieties, the varieties tolerant to heat and humidity had been identified by the investigation of agronomic traits and evaluation of heat injury indices. **Result:** The data analysis results showed that 4 green stem nonheeding Chinese cabbage varieties, including Huaguan green stem F1, Zhongguan green stem, Hanshen No. 1 and Huaxia wang, have strong tolerance to heat and high yield. 4 dark green leaf nonheeding Chinese cabbage varieties, including Baimei gui, Heijin Gang, Xiaxue and Siji cabbage, have strong tolerance to heat and high yield. **Conclusion:** These 8 cabbage cultivars were suitable for growing in high temperature and humidity season in Hainan, which could provide more varieties selection for the cabbage production in summer and autumn. This study laid a foundation for the identification, evaluation, breeding and popularization of heat-resistant cabbage cultivars.

Keywords

Green Stem Nonheeding Chinese Cabbage, Dark Green Leaf Nonheeding Chinese Cabbage, Agronomic Trait, Heat Injury Indices

耐热青梗小白菜和黑叶小白菜品种筛选

杨子骐^{1*}, 刘子记^{2#}

¹海南省海口中学, 海南 海口

*第一作者。

#通讯作者。

²中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南 海口
Email: catasvegetable@126.com, #liuziji1982@163.com

收稿日期: 2019年2月26日; 录用日期: 2019年3月12日; 发布日期: 2019年3月20日

摘要

目的: 海南省夏秋季节高温多雨, 筛选优质、高产和耐热小白菜品种, 可为小白菜的周年生产和供应提供保障, 满足市场需求。方法: 本研究在引进青梗小白菜和黑叶小白菜品种的基础上, 通过田间农艺性状调查和热害指数鉴定筛选耐湿热的品种。结果: 数据分析结果表明, 4个青梗小白菜品种, 华冠青菜梗F1、中冠青梗、汉绅一号青梗菜F1、华夏王瓢菜耐热性较强, 产量较高。4个黑叶小白菜品种, 白玫瑰、黑金刚、夏雪奶白菜、四季白菜耐热性较强, 产量较高。结论: 这8个小白菜品种适合在海南高温高湿的季节进行种植, 为夏秋季耐热小白菜生产提供了更多的品种选择, 本研究为小白菜耐热性鉴定、评价及耐热品种的选育与推广应用奠定了基础。

关键词

青梗小白菜, 黑叶小白菜, 农艺性状, 热害指数

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

【研究意义】海南省属热带季风性海洋气候[1], 全年高温, 雨季为5至10月, 旱季为11至翌年4月[2]。蔬菜产业是海南农业发展的支柱产业之一, 蔬菜生产收入占家庭收入比例较高[3]。海南夏秋季高温、暴雨持续时间较长, 冬春季气温相对稍低, 且雨水较少, 因此海南蔬菜生产以冬春季为最佳季节, 而夏秋季为蔬菜生产淡季, 这就形成了海南省冬季作为全国的“菜篮子”, 却在夏秋季消费着全国最贵的菜的局面[4]。海南省夏秋蔬菜自给率不足50%, 远远不能满足市场需求, 因此, 做好夏秋季蔬菜生产尤其是夏秋设施蔬菜生产对保障海南蔬菜市场均衡供应、减少对外省市场的依赖、有效增加农民收入、维护全省经济和社会稳定等均具有重要意义。小白菜又名不结球白菜, 原产我国, 属于十字花科芸薹属植物, 在我国南方地区栽培十分广泛, 生长期较短、可周年生产与供应, 是种植面积及复种指数最大的快菜类蔬菜。小白菜喜冷凉气候, 南方地区一年四季均可种植, 但以秋、冬、春季栽培为主, 夏秋季高温常导致小白菜生长缓慢、移栽成活率低、品质下降、口感苦涩、纤维增多、植株黄化等现象, 其产量和经济效益显著下降。

【前人研究进展】近年来国内育种单位相继选育了多个耐热小白菜新品种。邢后银等[5]选育出了耐热性好、适宜江苏省夏秋季露地栽培的青梗不结球小白菜品种“绿领青梗菜”。苏小俊等[6]选育出了适宜于长江中下游地区夏季、早秋高温季节栽培的耐热性强、丰产、优质的青梗小白菜品种“热抗青”。王夏等[7]选育出了适合长江中下游地区夏秋季节高温高湿天气的耐热抗虫小白菜新品种——紫霏1号。徐海等[8]选育出了耐热性强、生长速度快、高产抗病的耐热小白菜新品种“东方2号”, 该品种适宜在江苏省夏季露地和保护地栽培。邱海荣等[9]选育出耐热小白菜杂交新品种“青梗316”, 其耐热性较强, 适宜夏季生产。王若莺等[10]选育出了耐热、丰产优质的耐热小白菜新品种“苏夏2号”, 为夏秋季耐热小白菜生产提供了更多的品种选择。以往耐热小白菜品种筛选研究多集中在长江中下游区域, 海南省夏秋季的温度远远高于

长江中下游地区, 截至目前, 针对海南高温高湿气候条件开展耐湿热青梗小白菜和黑叶小白菜品种筛选的研究鲜有报道。【拟解决的关键问题】目前海南生产中现有小白菜品种耐热性和抗逆性较差、产量低、品质差。生产中迫切需要耐热优质的小白菜品种, 供生产应用。引进和筛选耐湿热小白菜品种是解决海南夏秋设施渡淡蔬菜生产的关键问题。【本研究切入点】本研究拟在引进青梗小白菜和黑叶小白菜品种的基础上, 通过田间农艺性状调查和热害指数鉴定筛选耐湿热的品种, 为海南渡淡蔬菜生产提供优良品种资源, 为耐热性研究提供实验材料。

2. 材料与方 法

2.1. 材料

本研究以 24 份青梗小白菜品种(表 1)和 17 份黑叶小白菜品种(表 2)为试验材料。

Table 1. The varieties information of green stem nonheeding Chinese cabbage

表 1. 青梗小白菜品种资源

序号 No.	名称 Name	品种特性 Varieties characteristics
1	奥星(青江白)	早生, 矮脚, 大头, 耐热, 耐雨性强, 株型较直立, 中柄深绿肥厚。
2	美都(初绿 2 号)	中脚种, 早生, 生长快速, 束腰早而紧实, 叶柄宽而光滑, 叶片椭圆, 抗病耐湿。
3	大头矮脚青江白菜	耐热、耐寒, 耐湿、抗病性强, 株型矮壮, 束腰, 大头, 叶柄偏绿, 叶片卵圆形, 淡绿色, 叶脉较顺, 纤维少, 耐贮藏。
4	德高 206	株型美观, 叶色翠绿, 叶面平展光滑, 叶柄宽厚、淡绿色, 基部肥大束腰, 抗逆性强, 不易拔节。
5	金船 82	叶片浓绿, 叶柄脆绿, 株形直立紧凑, 生长速度快, 播种后 30 天可初收, 叶面光滑, 头大束腰。
6	上海青(鸡毛菜)	株形直立, 叶片绿色, 叶面光滑, 椭圆形, 叶柄浅绿色, 株型束腰, 纤维细, 味甜口感好。
7	香港甜脆青梗菜	耐热耐湿, 抗性强, 株型束腰, 长势强, 叶柄宽厚, 翠绿有光泽, 叶色嫩绿。
8	中冠青梗	生长速度快, 株形较直立, 束腰紧, 整齐度好, 叶绿色较平, 叶柄宽。抗逆性强, 耐热。
9	福京杂交一代小白菜	台湾引进品种, 生长快, 耐热, 整齐一致, 播种后 40 天采收, 株型稍高立, 叶身青色长圆, 叶柄嫩绿。
10	汉绅一号青梗菜 F1	早生, 矮脚种, 生长速度快, 耐热耐雨, 叶片光泽好, 颜色深绿, 叶柄肥厚, 株型整齐。
11	四季大头清江白菜	生长速度快, 束腰, 较耐热, 耐湿耐寒性好。
12	杰冠青梗菜	早熟, 生长快, 株型整齐, 中脚, 基部肥大, 叶片青绿色有光泽, 耐热性、耐病性、耐雨性强。
13	华夏王瓢菜	整齐一致, 长势稳健, 大头束腰, 叶色淡绿, 叶面油亮光滑, 叶柄宽绿, 株型优美, 耐热耐湿性好。
14	华冠青菜梗 F1	株形直立, 束腰, 叶片椭圆形, 叶色绿, 无齿, 匙形, 浅绿色, 早熟, 播种后 30~45 天采收, 株型整齐, 耐寒耐热耐湿。
15	高达 6 号青梗菜	耐热性好, 耐雨水, 株型直立, 生长速度快, 不易拔脚, 叶片平展, 叶柄光滑, 色泽浓绿。
16	广研特制清江白菜	生长旺盛, 叶柄基部肥大肉呈淡绿色, 形状美观, 整齐, 播种后 30 天收获。
17	新夏冬青	束腰, 直立形, 叶柄宽厚, 淡绿色, 抗病毒病和霜霉病, 耐热耐寒。
18	原种繁育上海青	植株直立, 头大束腰, 叶绿色, 卵圆形。叶面平滑, 叶柄绿白色, 扁平, 基部肥厚, 纤维少, 耐热耐寒。
19	日本清江白菜	株型矮脚, 头大叶短, 叶柄油绿, 叶片半圆形, 株型束腰, 生长整齐, 耐寒耐热。
20	夏帅青梗菜	叶柄基部肥厚, 矮脚种, 极早熟, 叶色亮绿, 株型直立性好。
21	绿亨美帝	株型直立, 易捆扎, 叶片着生紧凑, 叶柄扁平, 浅绿, 耐热耐雨, 耐拔节。
22	广研新选清江白菜	生长旺盛, 叶柄基部肥大呈淡绿色, 形状美观, 整齐, 播种后 30 天收获。
23	盛夏二号青梗菜 F1	极早熟, 生长快, 叶柄深绿, 中脚种, 耐暑性, 耐病性, 耐雨性强。
24	泰国品种 7	株形直立, 叶片椭圆形, 叶色浅绿, 早熟, 播种后 30~45 天采收, 株型整齐, 耐热耐湿。

Table 2. The varieties information of dark green leaf nonheeding Chinese cabbage

表 2. 黑叶小白菜品种资源

序号 No.	名称 Name	品种特性 Varieties characteristics
1	黑叶葵扇白菜	叶色深绿, 叶柄白色, 耐寒耐热, 耐雨水, 生长快速, 产量高。
2	金华四季中脚黑叶甜白菜	植株属中脚型。叶肉厚, 深绿色, 有光泽, 叶脉疏, 叶柄雪白, 肥厚, 纤维少, 味甜。
3	香港矮脚黑叶葵扇白菜种	抗热、抗雨, 下种后 15 天收获。
4	四季小白菜	叶柄肥厚, 白色, 叶片厚大浓绿, 四季种植皆宜, 叶甜, 质优。
5	台湾四季高脚甜白菜	叶半圆形, 浅绿色, 播种后 28~30 天可初收。
6	四季中脚黑叶白菜(208)	株型较高, 直立, 束腰, 黑叶肥厚, 耐热耐湿, 播种后 30~60 天收获。
7	特优奶白菜	株型矮, 开展度大, 基生叶莲座状, 叶片近圆形, 叶柄肥厚而短, 奶白色, 夏秋季 22~28 天收获。
8	中脚葵扇黑叶匙羹白(316)	植株属于中脚型。叶肉厚, 深绿色, 有光泽, 叶柄雪白, 肥厚, 匙羹形, 纤维少, 味甜。
9	黑金刚	株型矮壮, 束腰, 叶色浓绿, 叶厚, 叶柄肥厚, 雪白, 匙羹形, 纤维少, 风味佳。
10	玉兔杂交黑叶白菜	杂交一代白菜品种, 耐热, 抗病, 耐抽苔。
11	杂交优质大坂白菜	生长速度快, 整齐, 株型粗壮, 叶片葵扇形, 稍矮脚, 叶柄雪白, 播种后 30~35 天可收获, 抗病耐雨。
12	夏雪奶白菜	株型较矮, 叶近圆形, 深绿色, 有光泽, 叶面皱, 全缘, 叶柄肥短, 匙羹形, 白色, 播种后 35 天始收获, 耐热一般, 较抗病, 纤维少。
13	广研新选矮脚黑叶白菜	矮脚, 植株粗壮, 叶片深绿色, 较厚, 叶柄肥大雪白, 匙羹形。较耐热, 品质好。
14	美达福黑叶白菜	株型较矮, 生长速度快, 播种 35 天采收。叶片浓绿, 叶柄肥厚, 纯白, 束腰。
15	白玫瑰	株型半直立, 紧凑, 中脚, 叶色深绿, 叶柄宽, 奶白色, 耐热。
16	利坚四季中脚黑叶甜白菜(555)	植株矮壮, 束腰, 叶色浓绿, 叶厚, 叶柄肥厚, 雪白, 纤维少, 播后 30~40 天收获。
17	泰 9	生长速度快, 整齐, 稍矮脚, 叶柄雪白, 较耐热。

2.2. 农艺性状调查

试验于 2017 年 7~8 月在中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所实验基地及实验室进行。选取籽粒饱满、整齐一致、无病虫害的种子直播于实验基地内, 随机区组设计, 每小区面积 2 m², 三次重复。田间管理均按常规。种植后 25 天每个重复选取 5 株调查农艺性状。凌晨温度维持在 27℃左右, 中午温度维持在 37℃左右。

2.3. 热害指数调查

参照胡俏强等[11]的方法进行热害症状的调查计算热害指数。热害症状分级标准:

0 级: 无热害症状, 植株生长正常;

1 级: 植株受害叶片数 < 全株叶片数的 1/3;

3 级: 全株叶片数的 1/3 ≤ 植株受害叶片数 < 全株叶片数的 1/2;

5 级: 全株叶片数的 1/2 ≤ 植株受害叶片数 < 全株叶片数的 2/3;

7 级: 植株受害叶片数 ≥ 全株叶片数的 2/3, 但未死亡。

9 级: 植株失去经济价值或死亡。

热害指数 = $\Sigma(X \times Xi)/A \times N$ 。

X: 代表热害级数; Xi: 代表 X 热害级数下植株数; A: 代表最高级数; N: 代表调查总株数。

2.4. 数据分析

利用 SPSS 软件对数据进行显著差异性分析。

3. 结果与分析

3.1. 青梗小白菜耐热品种筛选

田间种植 25 天后统计各青梗小白菜品种特征特性, 华冠青菜梗 F1 株高最高, 达 25.19 cm, 日本清江白菜株高最小, 为 18.00 cm。华冠青菜梗 F1、上海青(鸡毛菜)、大头矮脚青江白菜、原种繁育上海青、福京杂交一代小白菜、金船 82、中冠青梗、四季大头清江白菜、德高 206 间株高无显著性差异, 但与其它 15 份材料间存在显著性差异。华冠青菜梗 F1 叶长最大, 为 15.38 cm, 杰冠青梗菜叶长最小, 为 9.98 cm。华冠青菜梗 F1、新夏冬青、原种繁育上海青、福京杂交一代小白菜、金船 82、中冠青梗间叶片长无显著性差异, 与其余 18 份材料间叶长存在显著性差异。香港甜脆青梗菜叶宽最大, 为 10.81 cm, 日本清江白菜叶宽最小, 为 6.52 cm。香港甜脆青梗菜、广研新选清江白菜、华冠青菜梗 F1、新夏冬青间叶宽无显著性差异, 与其余 20 份材料间叶宽存在显著性差异。华冠青菜梗 F1 柄宽最大, 为 2.31 cm, 日本清江白菜柄宽最小, 为 1.52 cm。华冠青菜梗 F1、福京杂交一代小白菜、中冠青梗间柄宽无显著性差异, 与其余 21 份材料间柄宽存在显著性差异(表 3)。

福京杂交一代小白菜单株质量最大, 为 63.03 g, 日本清江白菜单株质量最小, 为 35.87 g。福京杂交一代小白菜、绿亨美帝、华冠青菜梗 F1、高达 6 号青梗菜、新夏冬青、中冠青梗、四季大头清江白菜间单株质量无显著性差异, 与其余 17 份材料存在显著性差异。汉绅一号青梗菜 F1 叶绿素含量最高, 为 48.54 SPAD, 大头矮脚青江白菜叶绿素含量最低, 为 36.23 SPAD, 华冠青菜梗 F1、夏帅青梗菜、福京杂交一代小白菜、金船 82、中冠青梗、泰国品种 7、杰冠青梗菜、四季大头清江白菜、汉绅一号青梗菜 F1、华夏王瓢菜、美都(初绿 2 号)、德高 206 间叶绿素含量无显著性差异, 与其余 12 份材料间存在显著性差异。福京杂交一代小白菜产量最高, 为 28,684.20 kg/hm², 日本清江白菜产量最低, 为 13,258.35 kg/hm²。福京杂交一代小白菜、大头矮脚青江白菜、华冠青菜梗 F1、广研特制清江白菜、中冠青梗、香港甜脆青梗菜、汉绅一号青梗菜 F1、华夏王瓢菜、美都(初绿 2 号)、德高 206 间产量无显著性差异, 与其余 14 份材料间产量存在显著性差异(表 3)。

热害指数越小说明材料耐热性越强, 通过比较不同青梗小白菜品种热害指数发现, 绿亨美帝、华冠青菜梗 F1、夏帅青梗菜、中冠青梗、杰冠青梗菜、汉绅一号青梗菜 F1、华夏王瓢菜耐热性指数较小, 属于耐热性比较强的青梗小白菜品种, 广研新选清江白菜、日本清江白菜、新夏冬青、四季大头清江白菜耐热性指数较大, 属于热敏感性青梗小白菜品种(表 3)。

结合农艺性状和热害指数, 综合分析发现, 华冠青菜梗 F1、中冠青梗、汉绅一号青梗菜 F1、华夏王瓢菜耐热性较强, 产量较高, 适合在高温高湿的季节进行推广。

Table 3. The agronomic traits and heat injury indices of green stem nonheeding Chinese cabbage varieties

表 3. 青梗小白菜品种农艺性状与热害指数

序号 No.	名称 Name	株高(cm) Height	叶长(cm) Leaf length	叶宽(cm) Leaf width	柄宽(cm) Petiole width
1	绿亨美帝	22.02 ± 1.54efg	11.38 ± 1.03efg	7.14 ± 0.96efgh	1.80 ± 0.22cd
2	大头矮脚青江白菜	24.48 ± 1.10abcd	13.20 ± 1.54bcd	9.21 ± 1.22cd	1.60 ± 0.18de
3	盛夏二号青梗菜 F1	21.82 ± 1.25efg	11.88 ± 1.47efg	7.53 ± 0.79efgh	1.74 ± 0.20cde
4	广研新选清江白菜	21.72 ± 3.21defg	13.43 ± 1.41bc	10.43 ± 2.03abc	1.86 ± 0.23cd
5	华冠青菜梗 F1	25.19 ± 2.85a	15.38 ± 1.72a	10.48 ± 1.51ab	2.31 ± 0.17a
6	日本清江白菜	18.00 ± 2.48h	11.42 ± 1.63efg	6.52 ± 0.96h	1.52 ± 0.27e

Continued

7	上海青(鸡毛菜)	24.76 ± 3.11ab	13.54 ± 1.55bc	9.26 ± 1.36bcd	1.73 ± 0.19cd
8	高达 6 号青梗菜	21.94 ± 1.72defg	11.27 ± 0.69efg	7.70 ± 1.04efgh	1.83 ± 0.21cd
9	新夏冬青	22.19 ± 2.44cdefg	13.67 ± 1.73abc	10.77 ± 1.48a	1.87 ± 0.23c
10	夏帅青梗菜	21.14 ± 0.73fg	11.66 ± 1.41def	7.63 ± 0.78efgh	1.82 ± 0.16cd
11	原种繁育上海青	23.09 ± 2.98abcdef	13.83 ± 1.36abc	8.04 ± 1.51de	1.86 ± 0.29cd
12	广研特制清江白菜	21.07 ± 1.32fg	12.69 ± 1.11cde	9.47 ± 0.58bc	1.81 ± 0.23cd
13	福京杂交一代小白菜	23.92 ± 2.37abcde	14.8 ± 1.29ab	8.11 ± 0.59de	2.26 ± 0.24ab
14	金船 82	24.86 ± 1.39ab	13.98 ± 0.87abc	9.47 ± 0.74bcd	2.09 ± 0.15b
15	中冠青梗	24.66 ± 2.49abc	14.20 ± 2.55abc	9.24 ± 0.73bcd	2.27 ± 0.30a
16	香港甜脆青梗菜	21.50 ± 2.37efg	11.81 ± 1.93def	10.81 ± 2.15a	1.82 ± 0.16c
17	泰国品种 7	20.02 ± 1.62gh	10.77 ± 1.44fg	6.80 ± 0.83fgh	1.79 ± 0.26cd
18	杰冠青梗菜	22.51 ± 1.71bcdefg	9.98 ± 1.52g	6.53 ± 1.41h	1.73 ± 0.17cde
19	四季大头清江白菜	23.61 ± 2.47abcdef	11.58 ± 1.76efg	7.72 ± 1.67efgh	1.66 ± 0.33cde
20	汉绅一号青梗菜 F1	21.32 ± 2.13efg	10.74 ± 1.51fg	6.67 ± 0.34gh	1.78 ± 0.21cd
21	华夏王瓢菜	21.6 ± 2.48efg	11.43 ± 1.11efg	7.90 ± 1.10efg	1.81 ± 0.19c
22	奥星(青江白)	21.70 ± 2.04efg	10.81 ± 1.23fg	7.26 ± 1.16efgh	1.80 ± 0.19cd
23	美都(初绿 2 号)	22.02 ± 1.71defg	11.11 ± 0.89fg	6.53 ± 0.57h	1.76 ± 0.18cd
24	德高 206	24.59 ± 2.25abcd	11.54 ± 2.76efg	7.97 ± 1.60ef	1.69 ± 0.19cde
序号 No.	名称 Name	单株质量(g) Weight per plant	叶绿素含量(SPAD) Chlorophyll content	产量(hm ²)	热害指数 Heat injury indices
1	绿亨美帝	57.82 ± 5.16abcd	39.83 ± 3.67def	18100.65 ± 230.34defg	0.132
2	大头矮脚青江白菜	51.95 ± 7.39defgh	36.23 ± 4.07f	23336.70 ± 223.12abcde	0.252
3	盛夏二号青梗菜 F1	45.26 ± 4.67fgh	41.6 ± 6.65bcdef	20651.85 ± 667.38bcdefg	0.375
4	广研新选清江白菜	54.57 ± 7.42bcdef	37.22 ± 3.68ef	19926.60 ± 277.56bcdefg	0.495
5	华冠青菜梗 F1	62.93 ± 13.08ab	48.03 ± 4.72a	27221.85 ± 104.24ab	0.195
6	日本清江白菜	35.87 ± 3.53i	39.08 ± 7.29def	13258.35 ± 77.28g	0.585
7	上海青(鸡毛菜)	52.13 ± 6.99defgh	41.3 ± 7.54cdef	13773.60 ± 400.28fg	0.412
8	高达 6 号青梗菜	56.31 ± 6.54abcde	40.57 ± 6.58def	18350.85 ± 719.02defg	0.389
9	新夏冬青	55.72 ± 9.76abcde	41.8 ± 6.15bcdef	17858.85 ± 138.37cdefg	0.446
10	夏帅青梗菜	49.12 ± 12.88defgh	43.48 ± 7.42abcde	15799.50 ± 66.00efg	0.185
11	原种繁育上海青	50.55 ± 5.56defgh	37.39 ± 5.21ef	13298.25 ± 220.33g	0.278
12	广研特制清江白菜	42.64 ± 7.71ghi	41.01 ± 4.21cdef	26654.85 ± 225.64abc	0.322
13	福京杂交一代小白菜	63.03 ± 6.14a	48.31 ± 3.98a	28684.20 ± 1555.26a	0.425
14	金船 82	48.25 ± 6.35efgh	44.08 ± 8.58abcd	19326.30 ± 137.27cdefg	0.466
15	中冠青梗	60.97 ± 17.49abc	37.93 ± 4.15abc	27246.90 ± 187.43ab	0.131
16	香港甜脆青梗菜	49.20 ± 7.08defgh	38.11 ± 5.21def	24262.20 ± 133.76abcd	0.365
17	泰国品种 7	48.59 ± 6.45defgh	45.84 ± 6.64abc	18570.90 ± 128.53defg	0.232
18	杰冠青梗菜	42.38 ± 10.85hi	47.04 ± 4.33ab	20530.20 ± 354.67bcdefg	0.126
19	四季大头清江白菜	54.83 ± 9.23abcde	42.58 ± 4.71abcde	17863.95 ± 114.05defg	0.463
20	汉绅一号青梗菜 F1	52.79 ± 12.56cdef	48.54 ± 5.06a	23044.80 ± 125.12abcde	0.188
21	华夏王瓢菜	51.26 ± 11.19defg	47.27 ± 4.92abc	21385.65 ± 87.83bcdefg	0.145
22	奥星(青江白)	49.07 ± 8.09efgh	39.48 ± 5.88def	20460.30 ± 191.50bcdefg	0.422
23	美都(初绿 2 号)	50.14 ± 6.37defgh	42.73 ± 9.81abcde	22694.70 ± 81.04abcde	0.363
24	德高 206	51.18 ± 5.26defgh	47.38 ± 5.58abc	22311.15 ± 263.34abcde	0.355

注: 不同小写字母代表处理和对照间差异达 0.05 显著水平。

3.2. 黑叶小白菜耐热品种筛选

田间种植 25 天后统计各黑叶小白菜品种特征特性, 台湾四季高脚甜白菜株高最大, 为 34.11 cm, 泰 9 株高最小, 为 12.44 cm。台湾四季高脚甜白菜与其余 16 份材料间株高呈显著性差异。夏雪奶白菜、泰 9、特优奶白菜、杂交优质大坂白菜株高较小, 与其余黑叶小白菜品种株高差异显著。台湾四季高脚甜白菜叶长最大, 为 16.44 cm, 泰 9 叶长最小, 为 7.90 cm。台湾四季高脚甜白菜、黑金刚、利坚四季中脚黑叶甜白菜 555、美达福黑叶白菜、广研新选矮脚黑叶白菜间叶长差异不显著, 但显著高于其余 12 份黑叶小白菜品种。黑金刚叶宽最大, 为 14.56 cm, 泰 9 叶宽最小, 为 9.46 cm。黑金刚、白玫瑰、利坚四季中脚黑叶甜白菜 555、杂交优质大坂白菜、四季白菜、玉兔杂交黑叶白菜、广研新选矮脚黑叶白菜间叶宽差异不显著, 与其余 10 份材料间差异显著。杂交优质大坂白菜柄宽最大, 为 2.47 cm, 中脚葵扇黑叶匙羹白 316 柄宽最小, 为 1.63 cm。杂交优质大坂白菜、泰 9、夏雪奶白菜间柄宽差异不显著, 但显著高于其余 14 份材料(表 4)。

白玫瑰单株质量最大, 为 99.10 g, 中脚葵扇黑叶匙羹白 316 单株质量最小, 为 52.98 g。白玫瑰、黑金刚、利坚四季中脚黑叶甜白菜 555、杂交优质大坂白菜间单株质量差异不显著, 但显著高于其余 13 份黑叶小白菜品种。泰 9 叶绿素含量最高, 为 51.54 SPAD, 台湾四季高脚甜白菜叶绿素含量最低, 为 27.66 SPAD。泰 9、特优奶白菜、利坚四季中脚黑叶甜白菜 555、杂交优质大坂白菜间叶绿素含量叶绿素含量差异不显著, 但显著高于其余 13 份黑叶小白菜品种。杂交优质大坂白菜产量最高, 为 26,238.15 kg/hm², 泰 9 产量最低, 为 12,572.85 kg/hm²。杂交优质大坂白菜、白玫瑰、黑金刚、特优奶白菜、夏雪奶白菜、四季白菜、广研新选矮脚黑叶白菜间产量无显著性差异, 但显著高于其他 10 份黑叶白菜品种(表 4)。

热害指数越小说明材料耐热性越强, 通过比较不同黑叶小白菜品种热害指数发现, 黑叶葵扇白菜耐热性最强, 泰 9、白玫瑰、黑金刚、夏雪奶白菜、四季白菜、玉兔杂交黑叶白菜、中脚葵扇黑叶匙羹白 316 耐热性较强, 台湾四季高脚甜白菜耐热性最差(表 4)。

结合农艺性状和热害指数, 综合分析发现, 白玫瑰、黑金刚、夏雪奶白菜、四季白菜耐热性较强,

Table 4. The agronomic traits and heat injury indices of dark green leaf nonheeding Chinese cabbage varieties
表 4. 黑叶小白菜品种农艺性状与热害指数

序号 No.	名称 Name	株高(cm) Height	叶长(cm) Leaf length	叶宽(cm) Leaf width	柄宽(cm) Petiole width
1	泰 9	12.44 ± 2.44f	7.90 ± 2.04e	9.46 ± 1.48g	2.34 ± 0.43ab
2	白玫瑰	25.80 ± 1.42c	14.72 ± 1.53bc	13.52 ± 1.42abcd	1.97 ± 0.23cd
3	黑金刚	29.12 ± 2.27b	16.36 ± 1.86ab	14.56 ± 1.53a	2.14 ± 0.34bc
4	特优奶白菜	19.67 ± 2.94d	12.10 ± 2.62d	11.57 ± 2.92def	2.00 ± 0.28cd
5	利坚四季中脚黑叶甜白菜 555	26.59 ± 2.71bc	16.42 ± 0.87ab	14.23 ± 1.24ab	2.16 ± 0.31bc
6	杂交优质大坂白菜	20.94 ± 2.00d	13.46 ± 1.24cd	14.47 ± 1.69a	2.47 ± 0.18a
7	夏雪奶白菜	15.48 ± 2.11e	8.23 ± 1.19e	10.20 ± 0.75fg	2.38 ± 0.22ab
8	美达福黑叶白菜	27.09 ± 2.14bc	14.77 ± 2.33abc	12.67 ± 1.86bcde	2.03 ± 0.29cd
9	香港矮脚黑叶葵扇白菜	27.02 ± 3.47bc	14.49 ± 1.13c	12.60 ± 1.17cde	1.90 ± 0.34cd
10	四季白菜	26.88 ± 3.19bc	14.52 ± 1.03bc	13.29 ± 1.96abcd	1.96 ± 0.24cd
11	台湾四季高脚甜白菜	34.11 ± 5.71a	16.44 ± 3.05a	11.44 ± 1.48ef	1.83 ± 0.23de
12	四季中脚黑叶白菜 208	27.32 ± 3.19bc	14.08 ± 1.89c	12.38 ± 2.01cde	1.94 ± 0.24cd
13	玉兔杂交黑叶白菜	24.91 ± 1.20c	15.04 ± 0.92bc	13.40 ± 1.63abc	1.96 ± 0.23cd

Continued

14	广研新选矮脚黑叶白菜	26.87 ± 3.12bc	15.41 ± 2.10abc	13.12 ± 1.24abcd	1.80 ± 0.26de
15	黑叶葵扇白菜	27.88 ± 1.56bc	14.41 ± 1.86c	11.46 ± 1.06ef	1.82 ± 0.39de
16	中脚葵扇黑叶匙羹白 316	25.84 ± 3.12bc	13.93 ± 1.14c	12.42 ± 1.86cde	1.63 ± 0.23e
17	金华四季中脚黑叶甜白菜	26.38 ± 3.70bc	14.3 ± 1.83c	12.67 ± 1.86cde	1.97 ± 0.18cd
序号 No.	名称 Name	单株质量(g) Weight per plant	叶绿素含量(SPAD) Chlorophyll content	产量(hm ²) Yield	热害指数 Heat injury indices
1	泰 9	54.42 ± 19.49de	51.54 ± 7.35a	12572.85 ± 30.98d	0.276
2	白玫瑰	99.10 ± 19.82a	47.10 ± 7.29bcd	24787.35 ± 72.06ab	0.226
3	黑金刚	89.51 ± 22.16ab	43.54 ± 6.39de	25596.15 ± 197.09a	0.295
4	特优奶白菜	62.35 ± 21.96cde	49.43 ± 6.49ab	19342.95 ± 160.76abcd	0.376
5	利坚四季中脚黑叶甜白菜 555	92.97 ± 20.06a	49.22 ± 5.10ab	17450.40 ± 140.24bcd	0.375
6	杂交优质大坂白菜	85.76 ± 12.09ab	48.38 ± 4.05abc	26238.15 ± 461.51a	0.368
7	夏雪奶白菜	63.50 ± 11.76cde	41.12 ± 4.60ef	19401.30 ± 187.77abcd	0.219
8	美达福黑叶白菜	57.13 ± 20.03cde	44.74 ± 4.31cde	18295.80 ± 121.31bcd	0.365
9	香港矮脚黑叶葵扇白菜	57.49 ± 15.48cde	35.18 ± 2.91g	17492.10 ± 134.22bcd	0.385
10	四季白菜	73.49 ± 17.38bcd	37.13 ± 3.09fg	23361.75 ± 860.57abc	0.229
11	台湾四季高脚甜白菜	67.98 ± 28.22cde	27.66 ± 5.42h	14115.45 ± 247.96d	0.563
12	四季中脚黑叶白菜 208	66.97 ± 21.17cde	35.27 ± 2.35g	18292.35 ± 79.34bcd	0.376
13	玉兔杂交黑叶白菜	74.13 ± 18.93bc	35.39 ± 3.83g	16208.10 ± 22.23cd	0.267
14	广研新选矮脚黑叶白菜	62.61 ± 9.89cde	35.49 ± 3.09g	18125.70 ± 73.92abcd	0.327
15	黑叶葵扇白菜	57.49 ± 15.73cde	34.76 ± 2.08g	13573.35 ± 136.41d	0.145
16	中脚葵扇黑叶匙羹白 316	52.98 ± 12.75e	35.06 ± 3.68g	17708.85 ± 250.61bcd	0.266
17	金华四季中脚黑叶甜白菜	62.98 ± 16.37cde	37.44 ± 2.68fg	13064.85 ± 130.56d	0.327

注: 不同小写字母代表处理和对照间差异达 0.05 显著水平。

产量较高, 适合在高温高湿的季节进行推广。

4. 讨论

小白菜属不结球白菜类, 具有生长快, 适应性强, 产量高的特点, 消费量居各类蔬菜之首[12]。小白菜为喜冷凉蔬菜, 适宜的生长条件为 15℃~20℃, 海南省夏秋季节, 环境温度常高于其生长发育的最适温度, 往往导致小白菜节间拉长、生长势减弱、纤维含量显著增加、品质变差等, 严重影响商品性, 筛选耐热性相对较强的品种, 是解决上述问题的关键所在。邵贵荣等[13]利用敏感型核雄性不育系 XBm107-2 和自交系 S99-1 配制成耐热小白菜一代杂种“夏绿妃”, 该品种生长快, 耐热、耐涝, 抗霜霉病、黑斑病和软腐病, 适合福建省平原地区周年栽培。谢祝捷等[14]研究表明热抗青的综合抗热性较强, 可作为上海夏季青菜主栽品种。王若莺[15]对 13 个小白菜品种开展了夏季耐热品种比较试验, 其中 12 个品种可在苏南地区夏季种植。张景云等[16]以 68 份小白菜为试材, 通过田间表型鉴定, 筛选出 5 份耐热材料适于江西地区种植。赵索等[17]在人工气候箱模拟自然条件下对 36 份小白菜品(系)进行高温胁迫处理, 筛选出 5 个耐热好的小白菜品系, 分别为小白菜品系 B、P05231、509B、BN-2542、X-8。以往耐

热小白菜品种的筛选研究多集中在长江中下游地区。

与长江中下游区域相比, 海南夏秋季节更加高温高湿, 由于海南省对夏秋季耐湿热蔬菜品种研究工作滞后, 导致目前海南夏秋种植蔬菜品种单一, 所用品种耐热性较差, 难以满足夏秋季渡淡蔬菜生产的需要。本研究从国内外共收集 24 份青梗小白菜和 17 份黑叶小白菜品种资源, 结合农艺性状和热害指数调查, 分析结果表明, 4 个青梗小白菜品种和 4 个黑叶小白菜品种, 耐热性较强, 产量较高。对于不同小白菜品种而言, 耐热性只是一个相对的概念, 本研究中的 8 份耐热品种和不耐热材料间只是相对于其对高温胁迫的适应性存在差异。本研究筛选出的对高温胁迫适应性相对较强的品种, 可以为耐热性研究提供试材。

尽管田间自然高温进行小白菜耐热性鉴定更符合生产实际, 但是由于自然高温胁迫下外界环境变化较大导致鉴定结果重复性较差。在蔬菜作物的耐热性育种中, 多辅以室内措施进行鉴定。下一步我们将综合培养箱和田间鉴定, 最后根据品种的耐热、抗病等性状进行综合分析, 精准评价不同小白菜品种的耐热性。另一方面应进一步扩大收集耐热小白菜资源, 利用不同育种手段创制耐热小白菜材料, 根据不同地区、不同消费习惯, 选育适合生产需要的品种。

5. 结论

本研究中通过农艺性状和热害指数调查, 筛选出 4 个青梗小白菜品种和 4 个黑叶小白菜品种, 耐热性较强, 产量较高。分别为华冠青菜梗 F1、中冠青梗、汉绅一号青梗菜 F1、华夏王瓢菜、白玫瑰、黑金刚、夏雪奶白菜、四季白菜。本研究为小白菜耐热性鉴定、评价及耐热品种的选育与推广应用奠定了基础。

基金项目

海南省重大科技计划项目(ZDKJ2017001)。

参考文献

- [1] 唐少霞, 赵志忠, 毕华, 谢跟踪. 海南岛气候资源特征及其开发利用[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2008, 21(3): 343-346.
- [2] 刘建波, 彭懿, 陈秋波. 海南甘蔗种植的气候适宜性分析及区划[J]. 中国农业气象, 2009, 30(2): 254-256.
- [3] 董晓霞, 张玉梅, 张超. 海南省蔬菜产业发展对农民收入的影响分析[J]. 山东农业科学, 2015, 47(1): 149-152.
- [4] 冷张玲. 海南省八项措施保“菜篮子”[J]. 中国果菜, 2011(5): 57.
- [5] 邢后银, 周安来, 苏小俊. 优质耐热青梗小白菜新品种“绿领青梗菜”选育报告[J]. 中国园艺文摘, 2013(12): 14.
- [6] 苏小俊, 袁希汉, 庄勇, 李彬, 丁万霞, 李建斌. 耐热不结球小白菜新品种——热抗青[J]. 江苏农业学报, 2000, 16(3): 192.
- [7] 王夏, 孙菲菲, 刘金平, 孙雪花. 耐热抗虫小白菜新品种——紫霏 1 号[J]. 长江蔬菜, 2017(15): 16.
- [8] 徐海, 陈龙正, 宋波, 樊小雪, 袁希汉. 耐热小白菜新品种东方 2 号的选育及速生栽培技术[J]. 上海蔬菜, 2016(4): 12-13.
- [9] 邱海荣, 章洪娟. 耐热小白菜新品种青梗 316 的选育[J]. 现代农业科技, 2015(12): 106-107.
- [10] 王若莺, 徐溟, 束哲蔚, 胡素珍, 尹雪群, 赵小娟. 耐热小白菜新品种苏夏 2 号的选育[J]. 上海蔬菜, 2018(1): 10-12.
- [11] 胡俏强, 陈龙正, 张永吉, 徐海, 宋波, 苏小俊, 袁希汉. 普通白菜苗期耐热性鉴定方法研究[J]. 中国蔬菜, 2011, 1(2): 56-61.
- [12] 苏小俊, 李彬, 袁希汉, 曹碯生. 小白菜田间耐热性鉴定方法研究[J]. 江苏农业科学, 2004(5): 63-65.
- [13] 邵贵荣, 陈文辉, 方淑桂, 曾小玲. 耐热小白菜新品种夏绿妃[J]. 中国蔬菜, 2010, 1(17): 31.

- [14] 谢祝捷, 周志疆. 青菜耐热性田间和电导法鉴定试验[J]. 上海蔬菜, 2001(6): 13-14.
- [15] 王若莺. 苏南地区夏季耐热小白菜品种比较试验[J]. 上海蔬菜, 2017(2): 7-10.
- [16] 张景云, 赵晓东, 万新建, 熊德桃, 胡新龙, 缪南生. 小白菜耐热性鉴定及其耐热性分析[J]. 核农学报, 2014, 28(1): 146-153.
- [17] 赵索, 陈丽, 周传余, 周超, 徐婷, 许健, 董扬. 小白菜品系的耐热性鉴定[J]. 黑龙江农业科学, 2014(7): 86-91.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org