

小白菜主要营养品质及与农艺性状的相关分析

刘朝阳¹, 穆金艳², 孙丽², 余美鲜²

(1. 河南省南召县城郊乡农业发展中心, 河南 南召 457007; 2. 河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

摘要:以新乡 6 个小白菜品种为试材, 测定了可溶性糖、可溶性蛋白质、维生素 C 含量等指标, 并对单株产量、叶片数、叶宽、叶长等农艺性状进行了分析。结果表明: 叶柄中可溶性糖含量高于叶片, 品种间差异性显著; 可溶性蛋白质含量品种间差异显著, 叶片中的含量明显高于叶柄; 叶片的维生素 C 含量高于叶柄; 不同品种小白菜的单株产量、叶片数、叶宽、叶长等主要农艺性状间存在显著差异; 可溶性糖含量与叶片数呈显著正相关。

关键词:小白菜; 营养品质; 农艺性状; 相关分析

中图分类号:S 634.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0010-04

小白菜(*Brassica rapa*)属十字花科芸薹属白菜亚种蔬菜^[1], 即不结球白菜, 俗称青菜、鸡毛菜, 原产中国。小白菜在我国长江流域及其以南地区露地广泛栽培, 质地鲜嫩, 营养丰富, 是人们喜爱的绿叶蔬菜之一^[2]。小白菜生长周期短、耐寒、适应性广、产量高, 可以随时播种、持续采收, 特别适于北方地区冬、春保护地的栽培。对于克服春、冬季蔬菜淡季供应不足, 保证蔬菜均衡供应, 以及灾后抢种, 调节市场供应起着重要作用^[3]。

当前, 国内关于小白菜的农艺性状、风味、营养成分、品种和品质等方面已有不少的研究和报道^[1-4]。该试验对新乡地区种植的 6 个小白菜品种进行了品质分析和农艺性状比较, 并对其进行相关分析, 以期筛选出适宜当地种植的小白菜高产优质品种以及新品种选育提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试 6 个小白菜品种分别为“早生华京”、“华冠”、“金伏快”、“绿秀”、“青夏”、“老新青”。

1.2 试验方法

试验在新乡市农科院蔬菜研究所进行, 6 个小白菜品种均于 2011 年 10 月 20 日定植, 12 月 7 日采收并测量各农艺性状。选取主要功能叶片, 避开叶脉剪取中上部位的叶片, 叶柄从距离叶柄基部 1~2 cm 向上剪取, 四分法取样、称量备用。

1.3 项目测定

1.3.1 农艺性状的测定 每品种选取有代表性植株

3~5 株, 每株取相同部位的正常功能叶片, 并用直尺测量单株最大叶片的叶长、叶宽、叶柄长, 用分析天平称量植株鲜重。

1.3.2 品质指标的测定 可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定^[5]; 可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定^[6]; 维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定^[6]。

2 结果与分析

2.1 不同品种小白菜的营养品质分析

由表 1 可知, 不同品种小白菜的可溶性糖含量以“华冠”、“青夏”最高, 为 1.77%; “早生华京”最低, 为 0.73%, 差异达极显著水平。可溶性蛋白质含量以“金伏快”最高, 为 22.60 mg/g, 与“早生华京”、“绿秀”差异不显著; 以“老新青”最低, 为 12.93 mg/g; “华冠”和“青夏”差异不显著, 其余品种之间均存在显著差异。维生素 C 含量以“华冠”最高, 为 0.3953 mg/g; 以“青夏”最低, 为 0.3283 mg/g, 品种间差异均不显著。

表 1 不同品种小白菜的营养品质

Table 1 Nutritional quality of different varieties of pakchoi

| 品种 Variety | 可溶性糖含量 Soluble sugar content/%FW | 可溶性蛋白质含量 Soluble protein content/mg·g ⁻¹ FW | 维生素 C 含量 Vitamin C content /mg·g ⁻¹ FW |
|------------------------------|--|--|---|
| “早生华京” ‘Zaosheng Huajing’ | 0.73bC | 21.87aA | 0.3561aA |
| “华冠” ‘Huaguan’ | 1.77aA | 17.46bB | 0.3953aA |
| “金伏快” ‘Jinfukuai’ | 1.53aAB | 22.60aA | 0.3342aA |
| “绿秀” ‘Lvxiu’ | 1.47aAB | 21.57aA | 0.3610aA |
| “青夏” ‘Qingxia’ | 1.77aA | 17.63bB | 0.3283aA |
| “老新青” ‘Laoxinjing’ | 1.09bAB | 12.93cC | 0.3926aA |

注: 不同大小写字母表示在 0.01 和 0.05 水平上存在差异。下同。

Note: Different capital (or lowercase) letters represent the difference at 0.01 level (0.05 level), the same as below.

第一作者简介:刘朝阳(1966-), 女, 农艺师, 现主要从事农业技术推广工作。

收稿日期:2014-03-19

2.2 小白菜不同部位营养品质分析

由表 2 可以看出,小白菜不同部位可溶性糖的含量差异不大,除“绿秀”和“老新青”外,总体上叶柄中可溶性糖含量要高于叶片。叶片中可溶性糖含量在 0.71%~1.58%之间,在 5%和 1%水平下,品种间差异均不显著;6 个品种中叶片可溶性糖含量最高的是“绿秀”,最低的是“早生华京”。叶柄中可溶性糖含量在 0.75%~2.16%之间,品种间差异显著,以“青夏”含量最高,以“早生华京”最低;“青夏”与“早生华京”差异极显著,其可溶性糖含量相差 1.41 百分点。

小白菜不同部位可溶性蛋白质含量品种间差异显著,叶片中的含量明显高于叶柄。叶片中其含量普遍在 22.73~36.32 mg/g 之间,品种“金伏快”、“早生华京”和

“华冠”之间在 5%水平下无显著差异,其余品种间均存在显著差异;在 1%极显著水平下,“金伏快”与“老新青”差异极显著,“早生华京”、“华冠”和“绿秀”等几个品种间差异不显著。叶柄中蛋白质含量在 1.15~12.51 mg/g 之间,表明同品种叶柄中的可溶性蛋白质含量要明显低于叶片,最高的是“绿秀”,与其余 5 个品种间差异极显著;“金伏快”、“早生华京”和“青夏”间差异不显著,但与“华冠”和“老新青”达差异极显著水平,“华冠”与“老新青”间差异不显著。

小白菜不同部位维生素 C 含量在叶片中为 0.34~0.46 mg/g 之间,最高的是“华冠”,最低的是“金伏快”。在叶柄中维生素 C 含量在 0.27~0.35 mg/g 之间,6 个品种间维生素 C 含量叶片、叶柄间均差异不显著。

表 2 小白菜不同部位营养品质含量

Table 2 Nutritional content of different parts of pakchoi

| 品种 Variety | 叶片可溶性糖含量 Soluble sugar content in leaf/%FW | 叶柄可溶性糖含量 Soluble sugar content in petiole/%FW | 叶片可溶性蛋白质含量 Soluble protein content in leaf/mg·g ⁻¹ FW | 叶柄可溶性蛋白质含量 Soluble protein content in petiole/mg·g ⁻¹ FW | 叶片维生素 C 含量 Vitamin C content in leaf /mg·g ⁻¹ FW | 叶柄维生素 C 含量 Vitamin C content in petiole/mg·g ⁻¹ FW |
|--------------------------|--|---|--|---|---|---|
| “绿秀”“Lvxiu” | 1.58aA | 1.42cB | 30.63bBC | 12.51aA | 0.38aA | 0.34aA |
| “华冠”“Huaguan” | 1.50aA | 2.04abAB | 34.22aAB | 1.15cC | 0.46aA | 0.33aA |
| “金伏快”“Jinfukuai” | 1.42aA | 1.64bcAB | 36.32aA | 8.88bB | 0.34aA | 0.33aA |
| “老新青”“Laoxinqing” | 1.38aA | 0.80dC | 22.73dD | 3.13cC | 0.44aA | 0.35aA |
| “青夏”“Qingxia” | 1.37aA | 2.16aA | 26.98cCD | 8.28bB | 0.39aA | 0.27aA |
| “早生华京”“Zaosheng Huajing” | 0.71bA | 0.75dC | 34.47aAB | 9.26bB | 0.36aA | 0.35aA |

2.3 不同品种小白菜的主要农艺性状

由表 3 可以看出,6 个品种小白菜中单株产量以“华冠”最大,为 153 g,以“老新青”最低,为 79 g,二者差异显著。叶片数量在 15~19 片范围内,以“华冠”最多,与“绿秀”差异不显著,与“早生华京”达极显著差异水平,“青夏”、“绿秀”与“早生华京”在 0.05 水平上差异显著,其它差异均不显著。叶长以“绿秀”最大,为 20.57 cm,以“老

新青”最低,为 13.93 cm,部分品种达 0.05 显著差异水平,少部分品种达 0.01 极显著差异水平。叶宽以“华冠”最大,为 9.80 cm,以“青夏”最小,为 7.43 cm,“华冠”与“绿秀”、“金伏快”在 5%水平上差异不显著。叶柄长以“绿秀”最大,为 8.60 cm,除与“金伏快”差异不显著外,与其它品种在 5%水平上均有显著差异,与“早生华京”、“青夏”、“老新青”在 1%水平上差异极显著。

表 3 不同品种小白菜的主要农艺性状

Table 3 The main agronomic traits of different varieties of pakchoi

| 品种 Variety | 单株产量 Single plant weight/g | 叶片数 Leaf number | 叶长 Leaf length/cm | 叶宽 Leaf width/cm | 叶柄长 Petiole length/cm | 叶色 Leaf color | 叶形 Leaf shape |
|--------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|------------------|------------------|
| “早生华京”“Zaosheng Huajing” | 92bcB | 15bB | 17.17bBC | 8.03bAB | 6.77aA | 绿 | 椭圆 |
| “华冠”“Huaguan” | 153aA | 19aA | 18.90abAB | 9.80aA | 7.23bAB | 绿 | 椭圆 |
| “金伏快”“Jinfukuai” | 107bcAB | 17abAB | 18.37abAB | 8.70abAB | 7.77abAB | 绿 | 椭圆 |
| “绿秀”“Lvxiu” | 127abAB | 18aA | 20.57aA | 9.70aA | 8.60aA | 绿 | 椭圆 |
| “青夏”“Qingxia” | 93bcB | 17abAB | 14.67cC | 7.43bB | 5.13cC | 绿 | 椭圆 |
| “老新青”“Laoxinqing” | 79cB | 17abAB | 13.93cC | 7.70bAB | 5.20cC | 绿 | 椭圆 |

2.4 小白菜主要营养品质与农艺性状的相关分析

由表 4 可以看出,营养品质中仅可溶性糖含量与叶片数呈显著正相关($r=0.79^*$);蛋白质含量和维生素 C 含量与农艺性状各指标均未达到显著相关水平。此外,小白菜单株产量与叶片数、叶长呈显著正相关($r=0.78^*, 0.78^*$),与叶宽呈极显著正相关($r=0.92^{**}$);叶长与叶宽、叶柄长呈极显著相关($r=0.91^{**}, 0.98^{**}$);叶柄长与叶宽呈显著正相关($r=0.85^*$)。

3 结论与讨论

小白菜的粗纤维、干物质、维生素 C、蛋白质、可溶性糖以及矿质元素是小白菜重要的营养指标^[7],植物体内碳水化合物含量约占干物质重的 90%~95%,而碳水化合物能够互相转化和再利用的主要类型是可溶性糖^[7-8]。通过对可溶性糖含量的测定,可以了解各个时期植株干物质的积累情况^[9-11]。蛋白质也是园艺作物的重要营养指标之一,蛋白质含量高,蔬菜的品质就好。

表 4

小白菜主要营养品质与农艺性状的相关性

Table 4

Main nutritional quality and agronomic traits correlation analysis of pakchoi

| 项目 Item | 单株产量 Plant yield | 叶片数 Leaf number | 叶长 Leaf length | 叶宽 Leaf width | 叶柄长 Petiole length | 可溶性糖 Soluble sugar | 蛋白质 Soluble protein | 维生素 C Vitamin C |
|------------|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|
| 单株产量 | 1 | | | | | | | |
| 叶片数 | 0.78 * | 1 | | | | | | |
| 叶长 | 0.78 * | 0.4 | 1 | | | | | |
| 叶宽 | 0.92 * * | 0.69 | 0.91 * * | 1 | | | | |
| 叶柄长 | 0.66 | 0.3 | 0.98 * * | 0.85 * | 1 | | | |
| 可溶性糖 | 0.57 | 0.79 * | 0.21 | 0.37 | 0.11 | 1 | | |
| 蛋白质 | 0.25 | -0.25 | 0.71 | 0.36 | 0.75 | -0.06 | 1 | |
| 维生素 C | 0.32 | 0.42 | 0.02 | 0.36 | -0.04 | -0.16 | -0.59 | 1 |

注: * * 代表 0.01 水平极显著相关, * 代表 0.05 水平显著相关。

Note: * * correlation is significant at the 0.01 level, * correlation is significant at the 0.05 level.

该试验结果表明,小白菜品种间可溶性糖含量差异不大,总体上叶柄中的可溶性糖含量高于叶片。叶片中可溶性糖含量在 6 个品种中最高的是“绿秀”,最低的是“早生华京”。叶柄中可溶性糖含量以“青夏”最高,以“早生华京”最低。试验发现,小白菜不同部位可溶性蛋白质含量品种间差异显著,叶片中的可溶性蛋白质含量明显高于叶柄。可溶性蛋白质含量以“金伏快”最高,以“老新青”最低。

维生素 C 具有多种生理功能,如抗氧化、促进铁的吸收等,还能增强免疫力和防癌抗癌^[12]。该试验结果表明,小白菜中含有非常丰富的维生素 C,比茄子和辣椒中维生素 C 含量都高^[12-13],其中又以叶片中含量较多。各品种中维生素 C 含量以“华冠”最高,以“青夏”最低。叶片中的可溶性蛋白质和维生素 C 含量高于叶柄,这与邵贵荣等^[14]的研究结果一致。

叶菜类的生物产量与生长势有关,农艺性状越好、生长势越好,即生物产量高,经济产量也高^[15]。该试验表明,单株产量、叶片数、叶宽、叶柄长 4 个指标以“绿秀”和“华冠”为好,可溶性糖与单株叶片数呈显著正相关,单株产量与叶片数、叶长呈显著正相关,与叶宽呈极显著正相关,这与王学芳等^[16]的研究结果一致。由于叶宽在不损坏植株的情况下便可直接测量,因此在丰产品种评价可将叶宽作为参考性状。综合来看,“华冠”和“绿秀”主要营养品质及农艺性状均优于其它品种,可作为新乡地区种植小白菜的首选品种。

参考文献

- [1] 程昕. 几种小白菜的品种植物学性状调查及品质分析[J]. 现代园艺, 2012(8):12.
- [2] 张平. 中国蔬菜品种志(上卷)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001:978-979.
- [3] 宋元林, 王倩. 农民快速致富丛书[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1999:64-65.
- [4] 刘畅, 刘维信. 不结球白菜花药组织培养影响因素的研究[J]. 山东农业科学, 2011(4):21-24.
- [5] 王学奎. 植物生理实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006:202.
- [6] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006:198-200.
- [7] 侯喜林, 张增翠, 侯沛, 等. 不结球白菜新组合主要营养品质比较试验[J]. 中国蔬菜, 2001(2):26-27.
- [8] 沈淞海, 沈海铭, 吴建华. 甘薯生长过程中可溶性糖含量与淀粉积累的关系[J]. 浙江农业大学学报, 1994, 20(4):400-404.
- [9] 张宪政. 植物生理学实验技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1994.
- [10] 姜东, 于振文, 李永康, 等. 冬小麦叶茎粒可溶性糖含量变化及其与籽粒淀粉积累的关系[J]. 麦类作物学报, 2001, 21(3):38-41.
- [11] 季美云, 任旭琴. 不同肥料对小白菜产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2004(6):38-39.
- [12] 俞晓琴. 小白菜食用价值及栽培技术[J]. 吉林蔬菜, 2011(6):25-26.
- [13] 刘淑梅, 高建伟, 刘建萍, 等. 色素辣椒种子营养成分及矿质元素测定分析[J]. 现代农业科技, 2010(9):349-350.
- [14] 邵贵荣, 陈文辉, 方淑桂. 不同青梗菜品种(系)比较试验初报[J]. 福建农业科技, 2009(4):21-23.
- [15] 程智慧. 蔬菜栽培学总论[M]. 北京: 科学出版社, 2010:65.
- [16] 王学芳, 张彦峰. 不结球白菜主要农艺性状相关与通径分析[J]. 陕西农业科学, 2003(5):17-18.

The Correlation Analysis on Main Nutrient Quality and Agronomic Traits of Pakchoi

LIU Chao-yang¹, MU Jin-yan², SUN Li², YU Mei-xian²

(1. Agriculture Development Centre of Chengjiao Village of Nanzhao Country, Nanzhao, Henan 457007; 2. College of Horticulture and Landscape, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

Abstract: Taking 6 varieties of pakchoi plants in Xinxiang area as materials, the main nutritional quality of soluble protein,

两种 pH 值镧溶液浸种对模拟酸雨胁迫下油菜种子萌发和幼苗生长的影响

郑 蕾, 郭 露 露, 金 涛, 张 孟 雅, 夏 利 琴, 边 才 苗

(台州学院 生命科学学院, 浙江 椒江 318000)

摘 要:以“浙双 72”油菜种子为试材,研究了 2 种 pH 值氯化镧(LaCl_3)溶液浸种对模拟酸雨胁迫下(pH 3.5)油菜种子萌发与幼苗生长的影响。结果表明:用 pH 6.5 LaCl_3 溶液浸种,对油菜种子萌发和幼苗生长均有促进作用,且 10 mg/L LaCl_3 浸种能显著缓解 pH 3.5 酸雨胁迫的影响;用 pH 4.5 LaCl_3 溶液浸种,只有 1 mg/L LaCl_3 浸种有明显的正向效应,而 5、10 mg/L LaCl_3 浸种多为负面效应,表现为种子萌发和幼苗生长不及对照,过氧化物酶(POD)活性比对照稍高,丙二醛(MDA)含量也比对照高,可能是低 pH 值溶液中,镧元素的离子态增加,毒性也增强;因此,用 LaCl_3 溶液浸种,必须选择适宜的剂量,还须控制浸种溶液的 pH 值。

关键词:氯化镧;pH;油菜;种子萌发;幼苗生长

中图分类号:S 794.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0013-04

稀土被誉为“营养素”和“生长调节剂”^[1],稀土农有明显的增产效应,总的增产概率 90%,平均增产幅度 8%~10%;且稀土元素是低毒的,合理施用对人畜无危害,对环境无污染,可推广使用^[1-4]。另外,稀土元素还能增强作物的抗病性和抗逆性^[5-9]。然而,有关稀土农用的正向效应多数是中国人的报道,欧美学者多持怀疑观点^[10-11]。Diatloff 等^[10]的液培试验表明,假如镧(La)对作物生长具有正向效应,处理液中 La 浓度应低于 0.2 $\mu\text{mol/L}$;Von 等^[11]的液培试验结果也显示,在 pH

4.2 的镧溶液中植物呈现明显的负生长。基于稀土元素也是重金属,采用 pH 4.2 或 4.5 维护培养液中 La 和 Ce 的离子态,可提高稀土元素的有效性^[12],但其毒性也可能增强;因为重金属的毒性与其存在状态有关,离子态的毒性最强。为此,该试验研究了不同 pH 值的氯化镧溶液浸种对油菜种子萌发和幼苗生长的影响,以揭示稀土农用于呈现正向与负面效应的条件,以期为稀土农用的合理推广提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试油菜 (*Brassica campestris* L.) 种子为“浙双 72”,由浙江农科种业有限公司提供,发芽率 $\geq 85\%$ 。氯化镧(LaCl_3)为化学纯,由国药集团化学试剂有限公司提供。

模拟酸雨的配制参照文献^[12],每 1 000 mL 溶液的组成: K_2SO_4 3.14 mg, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 10.0 mg, MgSO_4

第一作者简介:郑蕾(1991-),女,浙江杭州人,本科,研究方向为作物抗逆性。

责任作者:边才苗(1963-),男,浙江诸暨人,副教授,现主要从事植物生态学和作物抗逆性等研究工作。E-mail:bcm@tzc.edu.cn。

基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(Y507053);台州学院学生科研资助项目。

收稿日期:2014-04-29

soluble sugar, vitamin C and other quality were tested, agronomic characters such as single plant weight, leaf number, leaf width, leaf length were analyzed. The results showed that the content of soluble sugar in petiole was higher than in leaf, differences in soluble sugar in different cultivars were significant; the differences of soluble protein content in different cultivars were significant. The content of soluble protein in leaves of pakchoi than in petiole; vitamin C content of leaves was higher than that of petiole. There was significant difference between the main agronomic traits of leaf length, yield per plant, number of leaves, leaf width. There was a significant positive correlation between the leaf number and soluble sugar content.

Key words: pakchoi; nutritional quality; agronomic traits; correlation analysis