

萝卜细胞质雄性不育系与保持系光合特性和呼吸特性的比较试验

周 凯, 司龙亭, 张 琪

(沈阳农业大学园艺学院 辽宁 110161)

摘 要: 对萝卜 雄性不育系 及其相应保持系 的光合作用 和呼吸作用 进行了比较。结果表明: 萝卜 雄性不育系 叶片的叶绿素含量与保持系 稍有差别, 但其光合能力正常。不育系 早期花蕾的呼吸强度和保持系 没有差异, 中后期花蕾的呼吸强度则低于保持系。不育系 叶片和各个时期花蕾的抗氰呼吸强度明显低于保持系, 显示了 雄性育性 与抗氰呼吸强度有密切的关系。

关键词: 细胞质雄性不育; 萝卜; 光合作用

中图分类号: S 631. 103. 8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2007)06—0003—03

细胞质雄性不育是核质互作雄性不育的简称, 这种不育性是由植株的细胞核基因和细胞质基因(线粒体、叶绿体基因)共同决定的。由于不育系都是和保持系反复回交而来, 不育系和相应的保持系是同核异质的关系, 因此, 在讨论不育系和可育的保持系之间的关系时, 更多地考虑细胞质基因也就是叶绿体基因和线粒体基因的变异。叶绿体和线粒体都是半自主性的细胞器, 分别是植物体进行光合作用和呼吸作用的主要场所。叶绿体和线粒体基因的突变有可能表现为光合作用和呼吸作用发生变化。通过对 20A、21A 及其相应的保持系 20B 和 21B 的叶片光合作用和不同发育时期的花蕾和叶片的呼吸作用进行比较, 以期对萝卜细胞质雄性不育的生理机理研究提供依据。

1 材料与方 法

第一作者简介: 周凯(1979-), 男, 硕士在读, 研究方向为蔬菜育种, E-mail: kzkz2000@163. com.

通讯作者: 司龙亭(1955-), 男, 教授, 从事蔬菜育种研究。

收稿日期: 2007—02—02

1. 1 材料

供试材料为沈阳农业大学多年选育的萝卜细胞质雄性不育系 20A、21A 及相应的保持系 20B、21B。

1. 2 方 法

各试材于 2006 年 2 月播种于沈阳农业大学蔬菜试验基地, 2006 年 3 月上旬分苗, 4 月下旬栽种于大田, 每个材料种植 20 株。5 月中旬盛花期进行光合作用和呼吸作用的测定。

1. 2. 1 叶绿素含量的测定 采用丙酮乙醇混合液法: 称取 0. 1g 材料, 用乙醇丙酮混合液(1 : 1 v/v)浸提过夜, 在 663nm 和 645nm 处比色测定。

1. 2. 2 净光合速率(Pn)和叶肉细胞间 CO₂ 浓度(Ci)的测定 用 LI-6400 光合测试系统测定, 开放式气路, 光通量密度为 800μmol/m²/s, 温度 28℃, 测定时间为上午 9: 00~11: 00, 选择 10 片功能叶测量后取平均值。

1. 2. 3 呼吸强度的测定 采用测压法^[2] 取不同时期的花蕾(花蕾 I: 心叶卷曲成条状, 花萼紧裹花冠(造孢细胞期); 花蕾 IV: 花萼稍裂开, 微露花冠, 花柄弯曲(单核小孢子期); 花蕾 VII 花冠伸出花萼部分与花萼等长(成熟花粉

Breeding of New Variety Lvqiu 66 and its Planting Characteristic

XU Zhong-min, ZHANG En-hui, CHENG Yong-an, MA Qing-shan
(Horticulture College, Northwest A & F University, Yangling 712100)

Abstract: Lvqiu 66 is a new cabbage F₁ hybrid developed by crossing cytoplasmic male sterile line (CMS03-12-58963) and male parent of inbred line (MP01-68-53192) with high resistance to diseases, good qualities. It took 66 days from transplanting to harvesting. Its central axis was 6.2 cm high, compactness was 0. 65, petiole leaf ratio was 24. 3%, 100g leaves contain 1. 2g of protein, 3. 7g soluble sugar, 6. 1g of dry matter and 0. 029g of Vitamin C. It resisted mosaic virus, black rot, frost mildew. Average head weight was about 1. 53kg. The average yield was 65 025. 3 kg/hm².

Key words: Cabbage; Lvqiu 66; F₁ hybrid; Planting characteristic

粒时期)和植株顶部完全展开叶。将样品放入 SKW-3 型微量呼吸检压计反应瓶中,以 NaOH 溶液吸收呼吸作用产生的 CO₂, 测量 20min 后反应体系中气压的变化,根据气压变化值(H)和反应瓶常数(K)计算样品的总呼吸强度(单位时间内单位鲜重样品吸收氧气的微升数, $\mu\text{L O}_2/\text{g}(\text{fw})/\text{h}$)。

1.2.4 抗氰呼吸强度的测定 按文献^[1]的方法:用 2mmol 的氰化钾(KCN)处理 20min 后的呼吸强度减去 1mmol 的水杨基氨酸(SHAM, 抗氰呼吸抑制剂)处理 10min 后的呼吸强度表示。

2 结果与分析

2.1 不育系与保持系叶片中叶绿素的含量

从表 1 可以看出,萝卜细胞质雄性不育系和保持系叶片中叶绿素 a, b, (a+b)的含量和叶绿素 a/b 值在 20 和 21 这两对材料之间是有差异,在每一对材料的不育系和保持系之间也存在一定的差异,表明 4 个材料叶片捕获光能的能力不同,这可能与叶绿体 DNA 发生突变

的萝卜细胞质雄性不育系叶片表现出黄化和叶绿素缺乏有关。

表 1 辣椒细胞质雄性不育系及其相应保持系叶片中叶绿素的含量

材料	叶绿素 a	叶绿素 b	叶绿素 a+b	叶绿素 a/b
20A	0.736	0.200	0.937	3.687
20B	0.804	0.209	1.014	3.842
21A	0.931	0.259	1.190	3.598
21B	1.042	0.284	1.327	3.661

2.2 不育系与保持系叶片胞间 CO₂ 浓度与净光合速率 从供试材料的胞间 CO₂ 浓度与净光合速率(图 1)来看,4 个材料的胞间 CO₂ 浓度相近,20A,20B 的净光合速率则高于 21A 和 21B,表明 20A 和 20B 的羧化能力要高于 21A 和 21B。但每个不育系和它相应的保持系之间的胞间 CO₂ 浓度和净光合速率不存在显著差异,这反映了具有不同细胞质的不育系和可育系叶绿体的光合性能相近,这一点与榨菜细胞质雄性不育系表现出的光合能力下降不同。

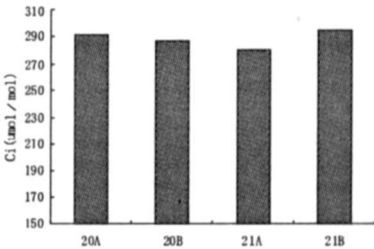
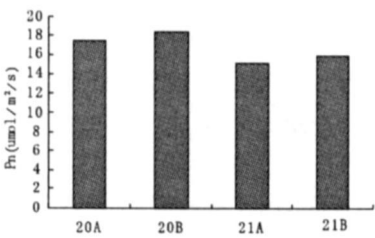


图 1 萝卜细胞质雄性不育系与保持系胞间 CO₂ 浓度与净光合速率

表 2 萝卜细胞质雄性不育及其相应保持系叶片和花蕾总呼吸速率的差异 ($\mu\text{LO}_2/\text{g FW/h}$)

材料	花蕾发育时期			叶片
	I	IV	VII	
20A	574.34	502.37	447.12	296.15
20B	582.12	586.30	558.23	285.82
21A	612.17	511.53	472.25	380.95
21B	602.16	591.77	548.11	398.36

注:I:造孢细胞期;IV:单核小孢子期;VII:花粉成熟期。

2.3 不育系与保持系总呼吸速率的差异

从 4 个材料不同时期花蕾的总呼吸强度来看,不育系和保持系的变化各不一样,不育系花蕾的总呼吸强度在造孢细胞期较高,随着花蕾的发育和小孢子的逐渐败育,呼吸强度逐渐降低而可育系花蕾在造孢细胞期和单核小孢子期呼吸强度保持较高水平,在划分成熟期略微降低,这可能和花粉发育过程中需要大量能量有关;不育系和保持系花蕾的呼吸强度在造孢细胞期没有差别,但是在小孢子败育过程中则明显地低于保持系。

叶片的总呼吸强度低于花蕾的总呼吸强度,但在不育系和相应的保持系之间没有差异,这和张明永等在水

稻细胞质雄性不育材料上的研究结果基本相似。

2.4 不育系与保持系抗氰呼吸速率的差异

表 3 萝卜不育系与保持系叶片和花蕾抗氰呼吸速率的差异

材料	花蕾发育时期			叶片
	I	IV	VII	
20A	69.27	59.39	47.03	65.80
20B	82.63	76.48	71.35	75.31
21A	72.26	52.69	54.25	86.47
21B	86.67	73.34	71.67	99.28

注:I:造孢细胞期;IV:单核小孢子期;VII:花粉成熟期。

从表 3 可以看出不育系花蕾抗氰呼吸强度的变化趋势与总呼吸强度基本一致,在造孢细胞期,抗氰呼吸强度较高,在中期和后期较低,并保持相对稳定,保持系不同时期花蕾抗氰呼吸强度变化不大,和总呼吸强度不同的是,不育系叶片和各个时期花蕾的抗氰呼吸强度都低于保持系。

3 讨论

3.1 萝卜雄性不育与叶绿体的关系

叶绿体基因是细胞质基因的组成部分之一,叶绿体

基因的突变也可能导致植物细胞质雄性不育,萝卜不育系与保持系之间类囊体膜多肽的差异就是由叶绿体基因组的差异引起的,其与叶绿体遗传系统有关,叶绿体DNA的突变可能导致叶片发育过程中叶绿体结构的畸形,进而导致光合色素含量和光合能力的下降。榨菜细胞质的叶绿素和光合速率都低于保持系。但是更多的研究表明,叶绿体的基因结构比线粒体稳定,不易发生重组,表达产物的差别也不大,相对于线粒体基因组而言,叶绿体基因组似乎与植物细胞质的关系要小得多。因此,大多数细胞质雄性不育未见光合能力和光合色素含量下降的报道。研究的结果显示 20A、20B 与其保持系 20A、20B 的叶绿素含量,光合能力没有明显差异。

3.2 萝卜雄性不育与呼吸作用的关系

呼吸作用是重要的生命现象,呼吸速率既是表现生命体呼吸作用强弱的指标也是生命体能量代谢程度的宏观表征。水稻和玉米细胞质雄性不育系花药、杉木雄性不育株的小孢子叶球和叶的总呼吸速率都低于保持系。在小孢子的发生和正常发育过程中需要有充足的能量供应,总呼吸速率的降低,能量供应不足必然影响到小孢子正常发育,导致雄性不育。关于呼吸作用下降的原因,很多研究表明与花药中有关呼吸酶类(琥珀酸脱氢酶、苹果酸脱氢酶以及细胞色素氧化酶)的活性降低有关。从试验的结果来看,不育系和保持系的叶片以及早期花蕾的中呼吸强度没有差别,但发育的中期和后期的花蕾表现为不育系明显低于保持系。

抗氰呼吸是高等植物呼吸代谢的两条主要的电子传递途径之一,它不合成 ATP,只起平衡碳代谢和传递电子的作用,可以防止电子传递链过度还原产生活性氧^[1],抗氰呼吸的可能作用之一就是可以耗散细胞内过多的电子,将其传递给O₂形成H₂O,减少O₂的形成。矮

牵牛^[6]、玉米^[4,9]、水稻^[3,5]细胞质雄性不育系花药或者叶片、根中的抗氰呼吸强度低于可育系。不育系抗氰呼吸强度减弱或者缺乏就有可能导致O₂形成增多,从而影响小孢子的正常发育。用水杨酰氧肟酸(抗氰呼吸抑制剂)处理花椰菜的花蕾,也诱导产生了雄性不育^[7]。研究的结果显示萝卜细胞质雄性不育系 20A、21A 的不同发育时期花蕾和叶片中抗氰呼吸强度普遍低于相应的保持系,可以推测,线粒体基因的突变导致抗氰呼吸强度减弱是萝卜细胞质雄性不育产生的重要原因。同时,从田间还观察到,当萝卜不育系花药的发育处在低温时期时,可以产生部分可育花粉,这可能是由于温度低,萝卜呼吸作用相对较弱,也就不存在电子传递链过度还原的现象或者其程度较轻,此时即使抗氰呼吸强度不足,也不至于产生过多的活性氧,因而部分小孢子可以正常发育。

参考文献

[1] 刘忠松 官春云,陈社员.植物雄性不育机理的研究及应用[M].北京:中国农业大学出版社,2001.
[2] 吕洪飞 余象煌,李平.杉木雄性不育株与可育株小孢子叶球及其叶的呼吸强度的比较研究[J].浙江师大学报(自然科学版),1996,19(2):73-76.
[3] 张明永 梁承邨,黄毓文,等.水稻细胞质雄性不育系与保持系呼吸途径比较[J].植物生理学报,1998,24(1):55-58.
[4] 夏涛,刘纪麟.玉米细胞质雄性不育性与组织抗氰呼吸关系的研究[J].中国农业科学,1988,21(5):39-43.
[5] 陈贤丰 梁承邨.水稻细胞质雄性不育性与组织抗氰呼吸关系的研究[J].中国水稻科学,1990,4(2):92-94.
[6] Musgrave ME, Antonovics J, Siedow JN. Is male-sterility in plants to lack of cyanide-resistance respiration in tissues[J].Plant Sci, 1986,44: 7-11.
[7] Kishitani S, Konon N. Inhibitors of cyanide-insensitive respiratory pathway induce male sterility in broccoli(Brassica oleracea)[J].Japan J Breed 1990,40: 217-222.

The Comparative Research of the Photosynthesis and the Respiration of the CMS Lines and the Maintainer Lines of Radish

ZHOU Kai, SI Long-ting, ZHANG Qi
(College of Horticulture, Shenyang Agricultural University, 110161)

Abstract: The photosynthesis and the respiration of the CMS lines and the maintainer lines of radish were studied. Results indicated that The Chlorophyll content and the net photosynthetic rate in the leaves of CMS Lines is normal, and there is little difference between the CMS lines and the maintainer lines. There is no difference in the respiration rate in the buds in the early stage between the CMS lines and the maintainer lines, but in the intermediate stage and the later stage, the respiration rate in the buds of the CMS lines is lower than that of the maintainer lines. The rate of alternative respiration and the ratio of alternative respiration and total respiration in the leaves and buds of CMS lines is lower than those of the maintainer lines. Showing there was a close relation between the Male-sterility and the rate of alternative respiration.

Key words: CMS; Radish; Photosynthesis