

DOI:10.11937/bfyy.201609006

大白菜种子胎萌性状发生动态及其遗传初探

靳颖玲, 朱焕焕, 张明科, 惠麦侠

(西北农林科技大学 园艺学院, 旱区作物逆境生物学国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100)

摘要:以高胎萌材料‘8407’、中度胎萌材料‘夏胜’和弱胎萌材料‘B热’,以及不发生种子胎萌的材料‘92S24’和‘72M’为试材,采用蕾期授粉、花期标记、定期采样方法,统计种子胎萌的发生状况,研究了大白菜种子胎萌现象的发生状况及其遗传规律。结果表明:‘8407’种子胎萌出现于花后14 d,而‘夏胜’出现于花后23 d,且前者的种子胎萌率极显著高于后者,二者的种子胎萌主要发生于花后26~32 d的发育阶段。‘8407’的主枝种子胎萌率高于一次分枝和二次分枝,且主枝角果基部的种子胎萌率显著高于角果中部和顶部;‘夏胜’种子胎萌部位性不明显。根据杂交当代种子胎萌表现的差异,表明无胎萌对胎萌为显性,且胎萌特性同时受到细胞质和细胞核基因的共同调控。

关键词:大白菜;种子胎萌;发生时期;遗传规律

中图分类号:S 634.104⁺.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2016)09-0024-04

种子胎萌(seed vivipary or premature germination)概念有广义和狭义之别,狭义的种子胎萌是指处于生理

第一作者简介:靳颖玲(1991-),女,硕士研究生,研究方向为蔬菜育种和生物技术。E-mail:1446687867@qq.com.

责任作者:张明科(1970-),男,博士,副研究员,研究方向为大白菜育种与生物技术。E-mail:zhangmk0904@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31272164,31372062);陕西省农业科技创新与攻关资助项目(2015NY103);唐仲英育种专项资助项目(N37)。

收稿日期:2015-12-16

成熟之前,尚未完全发育成熟的种子在田间母体植株上的发芽现象,而广义的概念包括发生较为普遍的收获前早萌现象,即其营养关系已脱离母体植株、已发育成熟的种子收获前在田间植株上的发芽现象^[1-2]。裸子植物、被子植物的单子叶和双子叶植物中皆有胎萌现象发生,但胎萌主要发生在被子植物中,尤以双子叶植物中的红树科和单子叶植物中的禾本科居多。

对于红树林和蛇根草等植物而言,种子胎萌现象是一种为了后代生存的环境适应性表现^[3-4]。大多数情况下,种子胎萌在农业生产中是一种不利的性状。胎萌

Effect of Physiological Active Substances From Plants on the Growth and Quality of Water Spinach

ZHANG Yunhong^{1,2}, HE Ailing¹, WU Lishu², ZHANG Minjian², SUN Kegang¹, DU Jun¹

(1. Institute of Plant Nutrition, Agricultural Resources and Environmental Science, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002; 2. College of Resources and Environmental Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070)

Abstract: Sodium alginate, silicone, riboflavin, 80% soybean oligosaccharides and salicylic acid were used as test materials, soil culture was used to comparatively study effects of several physiologically active substances from plants at their best application concentration on the growth and quality of water spinach (*Ipomoea aquatica* Forsk.). The results showed that spraying silicone had the best growth-promoting effects on water spinach under this experiment condition, which respectively increased fresh weight and dry weight by 38.5% and 74.5%, compared with the control; moreover, vitamin C content in leaves was significantly improved. Next came the treatment of salicylic acid. Its fresh weight was increased by 37.7%, and the contents of vitamin C and soluble protein were also significantly improved. The growth-promoting effects of sodium alginate and 80% soybean oligosaccharides were comparatively worse.

Keywords: physiological active substances; *Ipomoea aquatica* Forsk.; growth; quality

现象的发生,不仅会消耗种子部分营养和贮藏物质,严重影响商品的食用和储藏品质,而且降低产品的产量和质量,并显著缩短种子的耐贮性,如油菜籽发芽率和含油量下降^[5],葡萄、柑橘、佛手瓜和番木瓜风味变淡^[6],小麦、玉米、水稻和山核桃减产等。

大白菜种子胎萌属于狭义的种子胎萌概念范畴,即种子未达到生理成熟之前就呈现胚根或子叶突破种皮的萌发状态。该研究以具有强、中、弱胎萌特性及无胎萌特性的大白菜育种材料为研究对象,通过亲本材料种子初始胎萌发生时期的观测、种子胎萌率以及杂交组合种子胎萌率的统计,明确种子胎萌现象在大白菜材料中发生情况及其遗传规律。

1 材料与方法

1.1 试验材料

据多年育种实践观察,供试大白菜材料为‘8407’、‘夏胜’和‘B热’分别具有强、中、弱的种子胎萌特性,而材料‘92S24’和‘72M’则不发生种子胎萌现象,均由西北农林科技大学园艺学院白菜课题组提供。

1.2 试验方法

试验于2014年12月至2015年7月在西北农林科技大学试验田进行。试验材料于2014年12月21日在日光温室育苗,2015年3月17日定植,网棚隔离,蕾期人工授粉。

1.2.1 种子胎萌发生时期的观察 4月5日开始,材料初花后,每日挂牌标记开花数目,于开花后11 d开始,每隔2 d取样观察种子胎萌发生情况,统计胎萌率并进行照相,直至种子完全成熟为止。

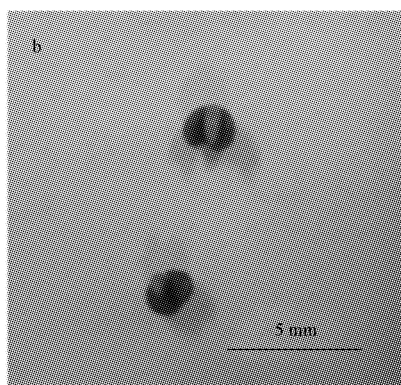
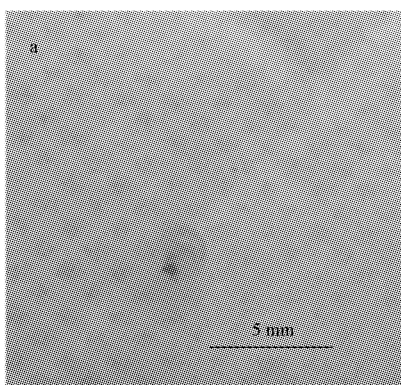


图1 材料‘8407’开花后14 d(a)和‘夏胜’开花后23 d(b)种子发生初始胎萌时的形态

Fig. 1 The occurrence of seed vivipary at 14 days after flowering in ‘8407’ (a) and at 23 days after flowering in ‘Xiasheng’ (b)

2.3 大白菜种子胎萌发生部位比较

‘夏胜’种子胎萌率在角果各个部位及植株分枝部位没有差异,但‘8407’主枝角果和一次分枝上角果上的基部种子胎萌率呈现显著差异,且二者角果基部种子胎萌明显高于顶部和中部;材料‘8407’二次分枝上

1.2.2 种子胎萌发生的角果部位性分析 从即将成熟收获的植株上随机选取60个角果平分3等分(角果基部、中部和顶部),脱粒后分别统计胎萌粒数和胎萌率,3次重复。

1.2.3 胎萌材料的不同花序部位种子胎萌率差异分析

从即将收获的材料上按其分枝部位考查种子胎萌率,分枝部位分为主枝、一次分枝和二次分枝,随机选取20个荚果进行统计,3次重复。

1.2.4 亲本材料及正反交组合的种子胎萌率统计 将胎萌率高、中、低和无胎萌的材料进行正反交,种子成熟后统计其种子胎萌率,推断大白菜种子胎萌现象的遗传规律。

2 结果与分析

2.1 大白菜种子胎萌发生时期的观察

材料‘8407’于开花后14 d开始出现种子胎萌现象(图1a),此时种皮亮绿色、透明状,种胚黄绿色,种子内部充满液体;‘夏胜’种子胎萌发生在花后23 d(图1b),此时种皮为深绿色,种胚绿色;‘B热’则在花后29 d才发生种子胎萌现象。由此可见,3个材料胎萌发生的时期差异较大,强胎萌材料发生时期早,弱胎萌材料发生时期晚,二者相差15 d。

2.2 大白菜种子胎萌率的发生动态

从材料‘8407’和‘夏胜’发现胎萌现象到种子成熟过程中,种子胎萌主要发生在开花后26~32 d的发育阶段。从胎萌起始,胎萌率一直呈上升趋势,直到种子成熟末期趋于稳定,且材料‘8407’各个时期胎萌率均高于‘夏胜’。

角果中各个部位种子胎萌率没有差异,但基部胎萌率高于顶部和中部。‘8407’角果内基部的种子胎萌率高;‘夏胜’角果中种子胎萌率部位性不明显;材料‘8407’主枝胎萌率高于一次分枝和二次分枝,‘夏胜’各部位不明显。

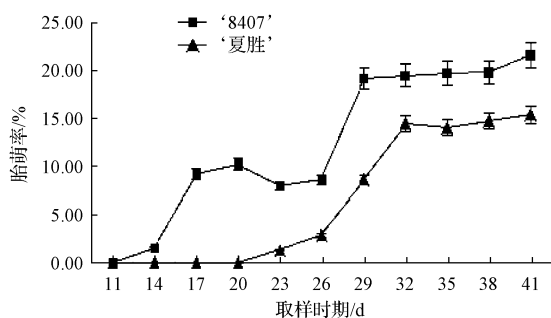


图2 ‘8407’及‘夏胜’各取样时期胎萌率比较

Fig. 2 The ratio of seed vivipary at different developing time in ‘8407’ and ‘Xiasheng’

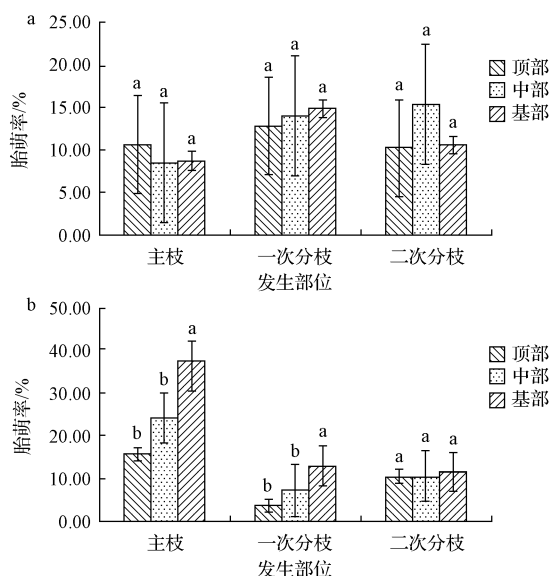


图3 ‘夏胜’(a)和‘8407’(b)角果中胎萌率部位性比较

Fig. 3 The difference of ratio of seed vivipary in pods at main, first and second branch of ‘Xiasheng’ (a) and ‘8407’ (b)

2.4 大白菜种子胎萌性状遗传

以胎萌率高的材料为母本,无胎萌的材料为父本进行杂交,当代种子出现胎萌现象,说明胎萌具有母性遗传的效应;以胎萌率低的材料为母本,胎萌率高的材料为父本,当代种子出现胎萌现象且胎萌率偏向母本,说明胎萌由母性效应和细胞核效应共同控制;以胎萌率高的材料为父本,无胎萌材料为母本进行杂交,当代种子没有发现胎萌,说明无胎萌对胎萌表现为显性,同时也

表1 亲本及杂交组合种子的胎萌率

Table 1 The ratio of seed vivipary in parent lines and their F₁ hybrid of Chinese cabbage

材料名称	胎萌率/%	材料名称	胎萌率/%	材料名称	胎萌率/%
‘8407’	21.54	‘8407×92S24’	15.77	‘夏胜×92S24’	0.00
‘夏胜’	7.44	‘92S24×8407’	0.00	‘92S24×夏胜’	0.00
‘92S24’	0.00	‘8407×B热’	4.51	‘夏胜×B热’	0.69
‘B热’	0.66	‘B热×8407’	2.34	‘B热×夏胜’	0.35
‘72M’	0.00	8407×72M	9.50	‘夏胜×72M’	2.13
		72M×8407	0.00	‘72M×夏胜’	0.00

表明胎萌受到母性遗传效应的影响较大。由此可见,种子胎萌存在比较复杂的调控机制。

3 结论与讨论

大白菜育种材料‘8407’和‘夏胜’存在明显的种子胎萌特性。‘8407’种子胎萌出现于花后14 d,而‘夏胜’则出现于花后23 d,且前者的胎萌率极显著高于后者。二者的种子胎萌盛期主要出现在花后26~32 d的种子发育阶段。‘8407’的主枝种子胎萌率高于一次分枝和二次分枝,且主枝角果基部的种子胎萌率显著高于角果中部和顶部;‘夏胜’种子胎萌部位性不明显。杂交当代种子胎萌率的差异表明,大白菜种子胎萌特性同时受到细胞质和细胞核基因的共同调控,调控机制比较复杂。

REN等^[7]将白菜的种子发育分为10个阶段,认为大白菜种子胎萌发生在第5~8阶段,即开花后17~37 d范围内。在甘蓝型油菜上,杂种‘秦油2号’、不育系‘陕2A’和保持系‘陕2B’种子胎萌发生胎萌现象均发生在开花后19 d左右,常规品种‘垦C1’种子胎萌发生在开花后31 d^[8];材料‘H0423’和‘MC’的胎萌发生于开花后16 d,‘B25’的胎萌于开花后25 d发生^[9];材料‘7605’在开花后第22天便已经开始出现胎萌,F₁代胎萌发生在开花后的第31天,‘117AB’胎萌发生在开花后第34天^[10]。在该研究中,材料‘8407’的种子胎萌发生早于报道的甘蓝型油菜及大白菜株系。由此可见,在不同的材料间,种子胎萌出现的时期并不一致。

在甘蓝型油菜中,不育系‘陕2A’、‘秦油2号’、保持系‘陕2B’的种子胎萌率最高分别可达39.77%、48.64%和38.44%^[8]。而在REN等^[7]研究中,大白菜株系的胎萌率最高达18%。在该研究中,‘8407’和‘夏胜’种子胎萌最高分别可达21.54%和15.03%,‘8407’的种子胎萌率高于报道的大白菜株系,但大白菜材料的种子胎萌率均低于甘蓝型油菜。然而,同一材料的种子胎萌率在不同年份并不相同,如2011年‘夏胜’种子胎萌率达到25.00%,明显高于本年度数值,可见种子胎萌受到环境条件的影响较大。

阮松林等^[8]的研究表明,在甘蓝型油菜上,荚果中胎萌粒分布在果身中部最多,近果喙部其次,近果柄部最少;花序部位以二次分枝胎萌率最高,一次分枝其次,三次分枝再此,主花序上最低。王淳^[9]则认为胎萌率与所在植株部位无关。这与该研究所得到的结果并不一致。‘8407’的主枝(主花序)种子胎萌率高于一次分枝和二次分枝,且主枝角果基部的种子胎萌率显著高于角果中部和顶部;然而,‘夏胜’种子胎萌部位性不明显。

王淳^[9]以甘蓝型油菜为试材,研究认为胎萌性状是由核基因控制的,无胎萌对胎萌呈显性,无细胞质效应,且‘S6AB×H0423’组合的种子胎萌遗传受2对隐性基

因的控制。FENG 等^[11]通过 QTL 定位分析,检测到 5 个与油菜胎萌相关的 QTL,分别位于 N11 和 N3 连锁群,且其中 1 个主效 QTL(*qPHS-2-c*),能解释 50.78% 的表型变异。而大白菜种子胎萌性状的遗传分析初步表明,该性状受到细胞质和细胞核基因的共同调控,且细胞质效应可能大于细胞核,同时,环境条件对该性状产生一定的影响。由此可见,与甘蓝型油菜相比,大白菜种子胎萌性状调控机制较为复杂。

综上所述,种子胎萌是一种可遗传的性状,是内在的遗传物质和外部环境共同作用的结果,受多个基因的调控和植物激素的影响^[9,11-12]。表观上,种子胎萌是由于发育种子不能进入休眠而过早萌发,而种子萌发与休眠受到内源植物激素脱落酸(ABA)和赤霉素(GA)的精准调控。ABA 具有促进种胚发育和种子休眠,阻止种子萌发的功能,而 GA 则具有打破种子休眠和诱导种子萌发的作用。因此,ABA 与 GA 在调控种子休眠与萌发方面的具有拮抗作用,而 GA/ABA 比率(作为综合的环境信号)是控制种子萌发和休眠进程的最重要因素^[9]。根据以上研究结果,推测大白菜种子胎萌可能与内源激素含量存在某种必然的联系,这方面的研究工作正在进行当中。

参考文献

[1] SARLA N. Occurrence of vivipary in synthesized *Brassica carinata* and its characterization by soluble proteins and esterases[J]. Seed Sci and Technol, 1990, 18: 805-813.

[2] 阮松林,颜启传,段宪明,等. 种子胎萌特性的研究[J]. 种子, 1998 (1): 43-48.

[3] PANNIER F, PANNIER R F. Physiology of vivipary in *Rhizophora mangle* L. [C]. Proceeding of an International Symposium on the Biology and Management of Mangroves, 1975: 632-639.

[4] DINTU K P, SIBI C V, RAVICHANDRAN P, et al. Vivipary in *Ophiorrhiza mungos* L. - a rare phenomenon in angiosperms[J]. Plant Biology, 2015, 17(1): 294-295.

[5] 阮松林,段宪明,胡伟民. 甘蓝型杂交油菜种子胎萌发生及其对种子质量的影响[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2000, 26(5): 573-578.

[6] SINGH J. An unusual occurrence of vivipary in papaya (*Carica papaya* L.) [J]. Hort Flora Research Spectrum, 2013, 2(4): 374-375.

[7] REN C W, DEREK B J. Developmental and germinative events can occur concurrently in precociously germinating Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *Pekinensis*) seeds[J]. Journal of Experimental Botany, 1999, 50(341): 1751-1761.

[8] 阮松林,颜启传,段宪明,等. 甘蓝型杂交油菜种子胎萌发生特性的初步研究[J]. 种子, 1999(1): 8-11.

[9] 王淳. 甘蓝型油菜胎萌性状的遗传及其与内源激素的关系[D]. 成都: 四川农业大学, 2009.

[10] 冯发强. 甘蓝型油菜胎萌性状的遗传与 QTL 定位[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.

[11] FENG F Q, LIU P W, HONG D F, et al. A major QTL associated with preharvest sprouting in rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. Euphytica, 2009, 169: 57-68.

[12] 张莉,汪炳良,臧全宇. 种子胎萌机制研究进展[J]. 细胞生物学杂志, 2007, 29(5): 701-705.

Preliminary Studies on Occurrence Time, Position and Inheritance Genetics of Seed Vivipary in Chinese Cabbage (*Brassica rapa*)

JIN Yingling, ZHU Huanhuan, ZHANG Mingke, XI Maixia

(College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University/State Key Laboratory of Crop Stress Biology in Arid Areas, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: High, middle and low vivipary-susceptible materials of '8407', 'Xiasheng', 'B Re', and seed vivipary-tolerance of '92S24' and '72M' were taken as test materials. By flower bud pollinating, flower labelling and regular interval sampling, the ratio of seed vivipary in Chinese cabbage lines was investigated. The seed vivipary occurrence time, position in the plant and inheritance genetics were studied in the Chinese cabbage. The results showed that, the vivipary of '8407' and 'Xiasheng' occurred at 14 days and 23 days after flowering, respectively, and the former had a higher vivipary ratio than the latter and the main seed vivipary happened from 26 days to 32 days after flowering for both lines. The ratio of main branch was higher than first and second branch in '8407', and the basic seeds in its pods had higher vivipary-susceptible character than the seeds in middle and top of pods; whereas no difference in 'Xiasheng'. By analyzing the ratio of seed vivipary in parent lines and their F_1 hybrid, the results showed that no vivipary was dominant to vivipary, and the vivipary in Chinese cabbage was controlled by cytoplasm and nucleus genes at the same time.

Keywords: Chinese cabbage; seed vivipary; occurrence; inheritance genetics