

马铃薯蕾花果脱落与内源激素和光照的关系

门福义¹, 王俊平¹, 宋伯符², 梁文胜³, 王官茂³, 蒙美莲¹, 郭晓燕¹

(¹ 内蒙古农业大学, 呼和浩特市 010018; ² 中国农业科学院; ³ 内蒙古正丰马铃薯种业公司)

摘要: 以乌 H₄ 的母本 081 和父本 NS40-37 为材料, 通过田间和室内试验, 对马铃薯蕾花果脱落过程中内源激素变化进行研究, 阐明了内源激素的变化规律及 IAA、GA₃、ABA、Z、ZR 对蕾花果脱落的具体作用方式; 同时研究了不同光周期和光照强度与脱落的关系及所引起的内源激素的变化。结果表明, 蕾花果中 ABA 含量升高是引起脱落的主要原因, 不利的外界因素可诱发 ABA 的变化, 而长光周期和充足的光照有助于减少蕾、花、果的脱落。

关键词: 马铃薯; 脱落; 内源激素; 光照

中图分类号: S532

文献标识码: A

文章编号: 1001-0092 (2000) 04-0198-04

1 前言

马铃薯田间杂交结实率长期以来一直徘徊在 5%~8% 之间, 给育种工作和实生种子在商品薯生产上的应用带来了很大困难。由于杂交结实率太低, 大大增加了 TPS 的生产成本; 育种过程每个组合也不得不做大量的杂交才能获得足够的 TPS 以满足选择的需要。

收稿日期: 2000-08-20

马铃薯花期花蕾和花大量脱落, 使可用于杂交和采粉的花锐减, 花期缩短及杂交后浆果大量脱落是影响结实率的两个主要因素。关于提高马铃薯开花率和杂交结实率的方法, 已有的文献资料报道了不少行之有效的方法, 如将马铃薯的接穗嫁接到番茄砧木上; 双重嫁接; 将马铃薯种植在石头或砖头上后期将块茎挖去; 茎的环切或绑扎; 切茎法; 硫代硫酸银处理花等^[1]。但是人们的研究仅限于方法的寻找上, 迄今尚未有人对造成马铃薯蕾花果脱落

STUDY ON THE ESTABLISHMENT OF HIGH QUALITY CELL SUSPENSION CULTURE IN POTATO

ZHANG Ning and DAI Chao-xi

(Institute of Agrobiotechnology, Gansu Agriculture University, Lanzhou, 730070)

ABSTRACT: Two explants (tuber discs and stem segments) from 2 potato tetraploid cultivars (Gannongshu No. 2 and Russet Burbank) of *Solanum tuberosum* were used as the donors. The experiments of callus induction and subculture, establishment of cell suspension culture and cell suspension subculture were carried out. The results showed that the good quality suspension could be obtained by selecting the calli from the subcultures for 1~3 times, subculturing the suspension for every 5d and refreshing the culture media with 3/4 the same kind newly prepared media. When high concentration sucrose or sterile distilled water was used to adjust the medium osmotic pressure in cell suspension culture, and the same medium was used in callus culture, cell suspension culture and cell suspension subculture, the problems of cell plasmolysis and breakage could be solved effectively. These results are beneficial to establishing the cell suspension culture system with high quality.

KEY WORDS: potato; callus; cell suspension culture

的生理原因以及各种不利环境因素是如何导致蕾花果脱落进行过深入的研究。因此人们在寻找各种方法时缺少一个系统的理论基础。

有资料表明, 马铃薯蕾花果的脱落与光照、温度、湿度等因素密切相关, 但这些因素的具体作用方式尚不明了。内源激素调节着植物的各种生理活动, 马铃薯蕾花果的脱落必定受内源激素的调节。本文研究了光照时间和强度与蕾花果脱落的关系及不同光周期和强度下花序内源激素的变化; 同时研究分析了脱落蕾花果中 IAA、GA₃、ABA、Z、ZR 的变化情况, 阐明了光照及内源激素在蕾花果脱落过程中的作用机理。

2 材料与方法

2.1 材料

本试验所用材料是由乌盟农科所提供的乌 H₄ 的父本 NS40-37 和母本 081。

2.2 试验方法

2.2.1 光周期和光强度对花蕾和花脱落的影响

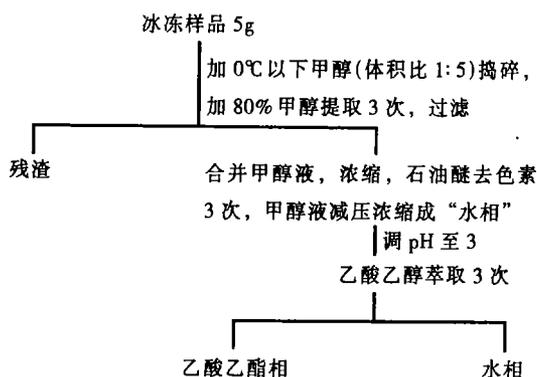
本试验为室内试验, 采用盆栽法。

光周期处理: 分别设 12h、14h、16h 三个不同水平的光周期, 以自然光照为对照 (12h), 10 次重复, 每盆为 1 次重复, 处理和对照共 40 盆。用 60 瓦日光灯补充光照。

光强处理: 在光周期处理的基础上, 当早晚室内自然光照强度减弱时, 通过调整日光灯数将照度补充至 6700lx, 即全天光照强度维持在大于、等于 6700lx 水平上。

2.2.2 激素的测定

包括 IAA、GA₃、ABA、Z、ZR, 前处理方法为:



将经前处理的样品用 Water244 型 HPLC 液相色谱仪测定 IAA、GA₃、ABA、Z、ZR 的含量^[2]。

2.2.3 脱落的花蕾、花和浆果的取样

在早晨 9 时左右, 在田间用手指轻轻震动花序部位, 用培养皿承接震落的花蕾、花和浆果, 并用刀片将离层以下的花柄或果柄切下, 装入封口塑料袋中, 在冰柜中迅速冷冻 (-30℃)。落花中要除去自然脱落的花。

3 结果与分析

3.1 花蕾、花和浆果中内源激素含量与脱落的关系

表 1 脱落的花蕾、花、果中内源激素的含量
(单位: ug/100Fw)

蕾花果	Z	ZR	GA ₃	IAA	ABA
落 蕾	11.1	-	22.0	27.8	83.5
正常蕾	36.4	26.7	41.9	50.0	40.4
落 花	19.5	-	38.6	29.7	60.4
正常花	33.4	31.2	33.4	62.5	34.2
落 果	32.3	43.1	40.4	40.5	52.3
正常果	27.3	48.8	76.3	50.8	33.9

由上表可以看出, 在脱落的花蕾、花、果中, ABA 的含量均明显高于正常的蕾、花、果, Z、ZR、GA₃、IAA 均低于正常的蕾、花、果; 在脱落的花蕾、花、果中 ABA 的含量同样高于其它 4 种内源激素, 这表明在脱落过程中 ABA 的水平变化起主要作用。在脱落的花蕾中其 Z、ZR、GA₃、IAA 含量明显低于 ABA, 而 ABA 含量却极高, ABA/Z 为 7.5, ABA/GA₃ 为 3.8, ABA/IAA 为 3.0, 这表明花蕾在发育过程中对外界条件变化反应敏感, 环境条件变化易引起内源激素的变化, ABA 大量合成, 因而对不良环境耐受力差, 容易脱落。这一点在田间观察时也被证实。如表 2 所示, 平均落蕾率 47.2%, 平均落花率 31.9%, 平均落果率 18.3%, 落蕾明显高于落花和落果, 而落花落果相差不多, 且花蕾最易脱落的时期是当花蕾发育到 1.5~3.3cm 时, 脱落的浆果和花中, ABA 含量相差不多, 说明二者对脱落条件的刺激反应灵敏程度相差不多, 但在脱落的浆果中, Z、ZR、IAA、GA₃ 含量均高于落花的含量, 由此可看出浆果在生长竞争中竞争力强于花更胜于花蕾。在发育的浆果内含有大量幼小种子, 而幼小种子可以合成大量的 IAA, 其次生长中的果实本身的 Z 和 ZR 水平很高, 这些生长促进物质可以诱导碳水化

合物流向正在发育的浆果中。另外我们也发现, 在脱落的浆果 ABA 的绝对含量为 5.23ug/100g, 是最低的, ABA/Z 为 1.62, ABA/ZR 为 1.21, ABA/IAA 为 1.26, ABA/GA₃ 为 1.26, 而花和蕾中的这几个比值均大于浆果, 这说明浆果对 ABA 很敏感, ABA 与其它生长素之间的平衡关系稍被打破, 浆果即会脱落。浆果之所以不易脱落是由于在浆果中存在合成生长促进物质能力很强的器官, 即种子和浆果本身, 在正常浆果中不仅 ZR 和 IAA 水平高, 而且 GA₃ 是 ABA 的 2.3 倍, 也说明了这一点。这些器官产生的生长促进物质拮抗着 ABA 的作用, 从田间观察结果来看, 浆果脱落的主要时期在 4mm 以下。对脱落的浆果进行解剖并在高倍解剖镜下观察, 发现这些脱落的浆果中的种子与同时授粉的其它浆果相比, 其发育较迟缓。脱落可能是由于发育较迟缓的种子生长促进物合成较少的缘故。

另外, 在落花中 GA₃/ABA 为 0.64, IAA/ABA 为 0.49, 而且正常花中 GA₃ 水平也低于 ABA 水平, GA₃/ABA 为 0.98, 而 IAA/ABA 为 1.83, 说明在花中 IAA 对 ABA 的拮抗能力强于 GA₃, 是抑制脱落的主要物。

3.2 光照时间和强度对花蕾、花脱落的作用

室内试验结果如表 2。

表 2 光照时间和强度与花蕾、花脱落的关系

光照时间 (h)	12	14	16	CK (12)
落蕾比率 (%)	22.7	14.4	12.8	40.3
落花比率 (%)	12.1	10.5	8.3	17.2

注: 处理的光强在光周期内保持在 6700lx, 而 CK 光强保持在自然光强水平上 (日均 4033lx)

由表 2 可以看出, 随着光照时间的延长和光照强度的加强, 落蕾和落花的比率逐渐降低。落蕾比率 12h 光照比对照降低了 17.6%, 14h 光照降低了 25.9%, 16h 光照降低了 27.5%; 而落花比率 12h 光照比对照降低了 5.1%, 14h 降低了 6.7%, 16h 降低了 8.9%。由此可以说明光照时间的延长, 可有效地减少蕾和花的脱落, 但对抑制落花的作用不如抑制落蕾那么显著。延长光照时间可促进茎的生长和开花, 提高花粉产量; 同样在蕾期和开花期给予长的光照时间和增加光照强度可以有效的降低落蕾、落花, 不仅提高了开花数量, 同时也提高了开

花的质量; 从现蕾至开花期间, 室内的自然光照时间在 12h 或 12h 以上, 而在表 2 中落蕾的比率 12h 光照 (光强为 6700lx), 较对照降低了 17.6%, 落花比率降低了 5.1%, 由此可看出光照强度对防止落花和落蕾的作用同样是很显著的, 尤其是对花蕾的发育更为重要。

延长光照时间和增加光照强度有效地促进了马铃薯植株的光合作用, 提高了净光合率。净光合率的提高意味着单位时间、单位叶面积可为植株各器官提供更多的养分, 因而可减轻植株和块茎间的养分竞争, 有利于花器官的发育。从田间统计结果可知, 落蕾的比例最高, 平均为 47.2%, 这说明花蕾更易脱落, 且 1.5~3.3mm 的花蕾最易脱落。长度在 1.5~3.3mm 的花蕾正处于四分孢子时期, 对养分等外界条件很敏感, 是发育关键时期, 此时若养分供应不足, 会加剧生殖器官与营养器官特别是块茎的养分竞争, 而花蕾的竞争力弱于块茎, 同时也会加剧花蕾间的养分竞争, 因此在此时那些发育较迟, 竞争力较弱的花蕾在养分供应不足时便会脱落。花对养分的竞争能力相对较弱, 而果实和种子对养分的竞争力则更强, 许多收获种子的作物在开花期花是主要的营养中心^[3], 即说明这一点, 在养分供应不足时, 它们所抢到的养分比蕾要多, 因而不易脱落。据田间统计资料表明落花率 31.9%, 落果率为 18.3%, 也证实了这一点。田间统计资料还显示, 花冠开展程度不够, 或花冠较小的花易落, 浆果在 2.5mm 以下时易落。花冠小, 开展程度不够表明花的发育程度不够; 而 1.5mm 以下浆果种子尚未形成, 使得这些花和浆果在竞争中成为弱勢果, 不能够得到充足养分, 因而比大花和大浆果更易脱落。

延长光照时间和增加光照强度有效增加了植株光合产物, 改善了各器官养分供应状况, 减弱了不同器官间、同器官中不同个体间的竞争, 有利于形成相对较晚、相对较弱的花蕾、花和浆果的发育, 因而有利于保蕾、保花、保果。

3.3 延长光照时间和增加光照强度对花序内源激素的影响及与脱落的关系

光照时间的延长和强度的增加对内源激素含量有显著影响, 是内源激素变化的主要诱导条件。表 3 表明, 随着光照时间的延长和光照强度的增加, 花序内源激素含量变化为: 生长促进物质有普遍增

加趋势, 而生长抑制物 (ABA) 含量降低, 因而促进了植株生长发育, 减少花、蕾脱落, 利于开花。

表 3 不同光周期和光强度花序内源激素含量
(单位: ug/100Fw)

光照时间 (h)	12	14	16	CK (12)
ABA	40.4	36.7	28.8	40.0
IAA	50.0	45.8	58.2	35.0
GA ₃	41.7	61.2	74.6	40.9
ZR	26.7	50.8	26.3	54.8
Z	36.7	20.4	26.3	36.4
落蕾率 (%)	22.7	14.4	12.8	40.3

注: 处理的光强在光周期内保持在 6700lx 以上, CK 则保持自然光强, 日均 4033lx。

由表 3 可看出, ABA、GA₃ 的含量变化受光周期变化影响最大, ABA 随光周期的延长而降低, GA₃ 则增加。IAA 的含量也均高于对照, 说明长光周期利于 IAA 的合成, 特别是 12h 含量高于对照 15ug/100Fw, 因二者在长光周期上无差别, 而处理的光强为 6700lx, CK 全天平均光强为 4033lx, 说明强度对 IAA 有影响, 但变化不规律。Z、ZR 的变化则没有规律, 似乎受光周期影响不大。在 12h 光照下, ABA 和 GA₃ 含量基本与对照相同, 说明光照强度对这两种激素含量没有影响。

由上述分析可知, 延长光周期之所以能防止花

蕾脱落主要原因在于不诱导 ABA 合成, 导致 ABA 含量下降。同时也表明光强在防止落蕾不是通过改变内源激素的水平而起作用的。

4 结 论

a. 内源激素在蕾、花、果脱落过程中起着调节作用。在养分供应不足或不良环境条件下, 内源激素发生变化而使部分蕾、花、果脱落, 这是马铃薯适应环境的一种自身调节过程。通过改善营养状况可改变这一过程而减少脱落。

b. 长的光周期和充足的光照有助于减少蕾、花、果的脱落。长光周期和充足的光照提高了光合效率, 并且长光周期不诱导 ABA 的合成。因此在选择 TPS 生产基地或育种基地时尽量选择日照时间长和光照充足的地区。

参 考 文 献

- [1] 王蒂, 戴朝曦, 冉毅东. 用胚挽救法获得马铃薯种间杂种植株. 马铃薯杂志, 1991, 5 (2): 79-81
- [2] 张宪政主编. 作物生理研究法. 农业出版社, 1992
- [3] 孙振元, 韩碧文. 小麦籽粒充实期氮素的吸收和再分配及 6-BA 的调节作用. 植物生理学报, 1996, 22 (3): 258-264
- [4] Cornelia J. M. Almekinders. The effect of photoperiod of flowering and tps production in the warmtropics. potato research, 1992, 35: 433-442
- [5] A. D. Turner and E. E. Ewing. Effects of photoperiod, night temperature, and irradiance on flower production in the potato. potato research, 1980, 31

RELATION BETWEEN POTATO FLORAL BUD, FLOWER AND BERRY ABSCISSION AND ENDOGENOUS HORMONE AND LIGHT

MEN Fu-yi¹, WANG Jun-ping¹, SONG Bo-fu², LIANG Weng-sheng³,
WANG Guan-mao³, MENG Mei-lian¹, GUO Xiao-yan¹

(¹ AgronomAy department Inner Mongolia Agriculture University Hohhot 010018; ² Chinese Academy of Agriculture Sciences;
³ Inner Mongolia Zheng Feng Potato Tuber seed company)

ABSTRACT: In this paper, changes of endogenous hormone were studied in the course of potato floral bud, flower and berry abscission with potato Var. 081 and NS40-37 which were the parents of Wu-H4 by field and laboratory experiment, the laws of endogenous hormone change and the ways of IAA, ABA, GA₃, Z, ZR acting on abscission were clarified, meanwhile the effect of photoperiod and light strength on abscission and endogenous hormone changes were also studied. The results showed that increase of ABA in floral buds, flowers and berries was the chief factor of causing abscission and unfavourable environmental factors could cause the incsease of ABA content. Long light period and sufficient light were favourable to the reduchion of abscission.

KEY WORDS: potato; abscission; endogenous hormone; light