

光周期对马铃薯块茎形成的影响及对激素的调节^①

刘梦芸 蒙美莲 门福义 胡志全

(内蒙古农牧学院农学系 呼和浩特 010018)

摘 要

马铃薯出苗后接受1个月的每日8小时短日照处理并与当时自然光照长度进行比较, 研究光照长度对块茎形成及内源激素^②的影响, 探讨块茎形成与激素水平的关系。结果表明: 短日照处理使块茎形成显著提早, 但使结薯数减少, 植株茎叶生长受抑, 块茎淀粉含量降低; 短日照处理使叶片中ABA含量提早增高, GA₃含量提早减少, GA₃与ABA的比值提早显著降低。

关键词 光周期, 马铃薯, 块茎, 激素

1 前 言

马铃薯在其系统发育过程中形成了块茎形成要求短日照及冷凉的气候条件。其中安第斯种马铃薯 (*Solanum andigena*) 对短日照要求很严格, 若在长日照条件下, 只有匍匐茎的生长, 而不形成块茎, 必须经过7~14天的短日照才能形成块茎。而一般栽培种马铃薯 (*Solanum tuberosum*) 在长期人工选择和适应下, 对光照长度要求已不严格, 但仍能表现出在短日照条件下能促进块茎的形成。块茎对光周期的反应无特殊的发育阶段, 只要光周期适宜, 则长出一片叶的

植株或刚有一片叶的节段都能形成块茎, 而且光周期的刺激作用可以穿过嫁接部位影响块茎形成。一般认为短日照条件下, 植株叶片会合成某种促进块茎形成的激素, 传到基部刺激块茎的形成。有不少报道认为, 脱落酸和细胞分裂素类物质是块茎形成的主要刺激物^[1~3], 还有一些学者认为是受多种植物激素的共同调控^[4], 但都尚缺乏试验依据。我国有关激素对块茎形成的影响的研究, 只在组织培养中加入一些外源激素或类似性质的生长调节物质, 对块茎形成的影响方面做了一些研究^[5,6], 而光周期对块茎形成的影响及块茎形成与内源激素变化等的关系的研究尚未见报道。本文通过光周期对块茎形成和激素变化影响的研究, 进一步探讨了激素变化与块茎形成的相关性。

^①国家自然科学基金资助项目

^②激素由院激素组测定

2 试验材料和方法

2.1 材料 with 处理

试验以晋薯2号(原种)品种为材料。选取 50 ± 20 克左右的块茎(整薯)于3月27日播于花盆, 每盆播一块, 播后记载每盆出苗日期, 到全部出齐苗时(4月16日), 将花盆埋入温室土壤内, 按出苗日期等同的茎数分成A组和B组, 每组25盆。从4月18日开始进行日照处理。A组为长日照处理, 即接受自然光照长度(自然的日出日落); B组为短日照处理。即每日只接受8小时的光照(7:00~15:00), 其余时间为了避免光照, 用油光黑纸密封罩罩住。

2.2 取样

在光照处理结束前两天开始分期取样, 每次取5株进行室内测定分析。取样时每组均取在同一天出苗的植株。叶片激素测定样品是在试验小区内以对角线方法取20株的叶片(由顶叶往下第4叶)的混合样品。

2.3 测定项目与方法

2.3.1 激素的测定方法

GA₃——荧光分光光度法(日立850型荧光分光光度计); ABA——气相色谱法(日本岛津GC-9A气相色谱仪, C-R3A色谱数据处理机)。

2.3.2 各性状的测定

每主茎匍匐茎数、每主茎结薯数及主茎已展叶数用计数法; 株高、块茎直径用尺量法; 茎叶鲜重、块茎重用称重法; 块茎体积用排水法; 块茎淀粉含量用碘比色法。

3 试验结果

3.1 光周期对植株茎叶生长的影响

从表1可以看出, 经过短日照处理28天(5月14日)的植株, 其长势略高于长

日照植株, 但随着时间的延续, 短日照植株生长渐趋缓慢, 到5月21日, 长日照植株的茎叶鲜重、株高、叶片重等各项指标都超过了短日照处理的植株, 且二者的差距变得愈来愈大。

表1 光周期对植株茎叶生长的影响

测定时间 (日/月)	处理	株高 (cm)	主茎已展叶 片(叶/茎)	茎叶鲜重 (g/茎)	叶片重 (g/茎)
14/5	长日照	15.57	8.0	20.17	7.13
	短日照	18.25	9.5	29.70	14.75
21/5	长日照	25.48	13.0	86.85	39.98
	短日照	19.12	12.4	62.48	38.06
31/5	长日照	/	/	118.30	42.70
	短日照	/	/	80.10	34.80
19/6	长日照	44.60	/	44.40	57.90
	短日照	26.88	/	77.40	30.20

3.2 光周期对块茎生长的影响

从表2结果可以看到, 短日照处理使块茎形成显著提早, 5月14日当长日照处理的植株尚处在匍匐茎伸长阶段, 短日照处理的最大块茎直径已达1.6cm, 每茎结薯数已有3.5个; 到5月21日短日照处理的最大块茎直径已达3.1cm, 每茎结薯数5.2个, 而长日照处理的匍匐茎顶端才刚开始膨大, 到了5月31日长日照植株块茎直径还只有1cm左右, 单茎薯重仅5.4克, 平均每块茎1.25克, 可是此时短日照植株最大块茎直径已达5cm以上, 单茎薯重29.7克, 平均每块茎重5.6克, 分别是长日照处理的4~5倍。另从表2中看出, 长日照处理的植株, 一旦块茎形成之后便以比短日照处理快得多的速度增长, 即长日照处理的块茎鲜重日增率为2.56克/茎, 而短日照处理的却为2.17克/茎。从6月19日的测定结果看, 虽然经短日照处理的植株, 其每茎块茎重及每块茎的重量和体积仍比长日照处理的高, 但从此时茎叶的生长显著低于长日照处理的这一事实来看, 短日照处理的最终产量和块茎大小, 可能会因受到茎叶生长受抑

表 2 光周期对块茎生长的影响

测定时间 (日/月)	处 理	每主茎匍匐 茎数(个/茎)	每主茎 结薯数 (个/茎)	最大块 茎直径 (cm)	薯 重 (g/茎)	单薯重 (g/个)	单薯体积 (cm ³ /个)
14/5	长日照	1.3	0.0	0	0	0	0
	短日照	5.0	3.5	1.6	/	/	/
21/5	长日照	4.0	匍匐茎顶 端刚膨大	0	0	0	0
	短日照	4.2	5.2	3.1	9.2	1.77	/
31/5	长日照	4.0	4.3	1	5.4	1.25	/
	短日照	4.2	5.3	5	29.3	5.60	/
19/6	长日照	9.1	6.7	>5	52.1	7.78	49.9
	短日照	8.0	5.7	>5	68.3	11.99	63.5

的限制, 而不及长日照处理的高。

3.3 光周期对块茎淀粉积累的影响

我们把长日照处理与短日照处理的同一级别块茎淀粉含量作一比较, 发现长日照处理的块茎淀粉含量都比短日照处理的同一级别的块茎淀粉含量高, 特别是幼小的(直径在 1~3cm 以下)块茎, 其淀粉含量的差异尤其显著(见表 3)。

表 3 光周期对块茎淀粉积累的影响
(%, DW)

块茎大小(直径 cm)	长日照	短日照
1	37.5	27.0
1~3	38.5	28.0
3~5	47.0	48.0
>5	58.0	53.5

注: 1cm 左右块茎样品: 长日照取自 5 月 31 日, 短日照取自 5 月 14 日; 1~3cm 块茎: 长日照取自 5 月 31 日, 短日照取自 5 月 21 日; 3~5cm 以上块茎取自 6 月 19 日。

3.4 光周期对内源激素的调节

从表 4 结果可以看出, 马铃薯从幼苗期到块茎形成这一阶段, 光周期对植株内源激素的影响十分显著。表 4 的结果表明: 长日照叶片的 GA₃ 含量始终高于短日照的, 但 ABA 含量只是在 5 月 11 日明显低于短日照处理的(此时长日照处理的匍匐茎顶端尚未

膨大), 到 5 月 21 日又明显高于短日照处理的。光周期对 GA₃ 与 ABA 比值大小的影响是: 5 月 11 日是长日照 > 短日照, 5 月 21 日是长日照 < 短日照。即 GA₃/ABA 的变化趋势与 ABA 含量的变化趋势正好相反。换句话说, 此期间二者比值大小取决于 ABA 的变化。总之, 短日照抑制叶片内 GA₃ 的形成, 长日照则促进 GA₃ 的形成。对 ABA 的影响, 在不同时期表现不一致。

表 4 光周期对叶片内源激素的调节

取样日期 (日/月)	处 理	ABA (ng/g)	GA ₃ (ng/g)	GA ₃ /ABA
11/5	长日照	9.08	527	57.49
	短日照	16.17	339	20.96
21/5	长日照	29.86	452	15.14
	短日照	21.86	401	13.34
1/16	长日照	12.16	326	26.80
	短日照	/	/	/

从表 5 中可以看出, 在匍匐茎中, ABA 含量是短日照的低于长日照的, GA₃ 的含量则是短日照的略高于长日照的, GA₃/ABA 的比值亦是短日照处理的高于长日照处理的; 在刚形成的块茎中, 上述各激素的变化趋势与在匍匐茎中的变化趋势完全相反, 表现出 ABA 含量是短日照的高于长日照的, GA₃ 的含量则是短日照的低于

长日照的, GA_3/ABA 的比值亦是短日照的低于长日照的。可见光周期对激素的调节因不同时期和不同部位而有不同。

表 5 光周期对匍匐茎和块茎内源激素的调节

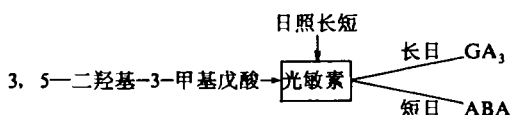
处理		ABA (ng/g)	GA_3 (ng/g)	GA_3/ABA
匍匐茎	长日照	15.89	903	56.83
	短日照	9.66	916	94.82
块茎	长日照	20.35	697	43.05
	短日照		386	18.96

注: ①匍匐茎样品取自 5 月 21 日的取样植株; ②块茎均为直径 1~2cm 的刚形成块茎, 因块茎形成的时间不同, 所以短日照取自 5 月 21 日的取样植株, 长日照取自 6 月 1 日的取样植株。

4 结论与讨论

a. 光周期显著影响块茎形成, 短日照处理比长日照处理的块茎形成提早近 20 天, 且在块茎形成后的 1 个多月时间内, 块茎大小、重量都超过长日照处理的, 但块茎数和匍匐茎数却少于长日照处理的; 短日照植株高度、茎叶重和叶重等渐趋衰弱, 生长两个月后已明显落后于长日照, 且各级块茎淀粉含量也明显低于长日照处理的。这是因为生长中心提早转移, 使光合产物提早向地下部大量输送, 减少向地上部输送, 从而使块茎形成提早, 这一点与 Ewing E E (1987) 所得结论一致⁽⁷⁾。

b. 根据 Galston 等 1970 年的研究, 植株体内光敏素可能是 GA_3 和 ABA 这两种激素之间转换合成的媒介, 这种转换取决于光周期, 即



在长日照下有利于 GA_3 的合成, 在短

日照下有利于 ABA 合成⁽⁸⁾, 这一结论在我们的试验中也得到证实, 不过主要表现在叶片中。短日照处理的 GA_3 含量始终显著低于长日照的, 而 ABA 含量在早期显著高于长日照的, 但当长日照处理的植株开始进入块茎形成之后却低于长日照的; 在匍匐茎中 ABA 含量是长日照的大于短日照的, GA_3 含量则是长日照的小于短日照的, 而在块茎中正好相反, 表现为 ABA 含量是长日照的小于短日照的, GA_3 含量则是长日照的大于短日照的。由此可以认为, 光敏素对光周期的反应敏感性也是有阶段性的, 而且激素种类和含量的变化不仅受合成过程光周期的调节, 同时激素的合成、分解、运输还因不同阶段、不同条件、不同部位而有不同。

短日照处理使 ABA 含量提早增加和 GA_3 含量提早减少, 从而促使块茎提早形成, 在 5 月 21 日的取样结果中, 长日照处理的 ABA 大于短日照处理的, 而 GA_3 的含量虽然仍高于短日照处理的, 但其差距已显著减小, 从而使 GA_3/ABA 的比值显著降低。显然光周期是通过调节 ABA 和 GA_3 的含量及其比值来调控块茎形成的。

5 月 11 日的取样植株, 短日照处理的块茎已形成, 长日照处理的则处于匍匐茎伸长阶段, 块茎尚未开始形成。尽管两种处理在同一时间内进行比较, 可事实上二者是处于不同的生长阶段。到 5 月 21 日短日照处理的块茎已进入迅速膨大阶段, 最大块茎直径已达 3cm, 而此时长日照处理的匍匐茎顶端刚开始膨大, 即刚进入块茎形成阶段。但从试验结果可以看出, 无论哪种处理, 在块茎形成之初都表现出叶片 ABA 显著增高和 GA_3 显著降低。至于长日照处理的植株匍匐茎中 GA_3 含量比短日照处理的低, ABA 却比短日照处理的高, 而在刚形成的块茎中正好相反, 这种现象可能也与植株处

于两个不同生育阶段有关。

c. 从短日照处理在5月11日就已普遍形成块茎, 而长日照处理到5月31日才形成块茎的事实中, 比较二者激素上的差异, 可以很清楚地看到, 短日照处理叶片中 ABA 含量提早增加, GA_3 含量则提早减少, GA_3/ABA 的比值亦提早降低。从匍匐茎膨大为块茎的过程中, 块茎 ABA 含量大于匍匐茎中的 ABA 含量, GA_3 的含量和 GA_3/ABA 的比值则是块茎的小于匍匐茎的, 反映了 ABA 具有促进块茎形成的作用, 而 GA_3 则抑制块茎的形成, 特别是 GA_3/ABA 的比值降低到某一水平 (50 以下) 是块茎形成的重要条件。

参 考 文 献

- 1 郭得平等. 植物激素与马铃薯块茎形成. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 130~133
- 2 白宝璋. 马铃薯块茎形成与光周期和植物激素关系的研究进展. 吉林农业大学学报, 1986, 8(2): 4~9
- 3 М.Х. цайлахян доклады Академии Наука СССР 1983, 268(4): 1020~1024
- 4 Dimalla G G *et al.* Plant Physiol. 1977, 60: 218~221
- 5 胡云海. 蒋先明. 马铃薯杂志, 1989, 3: 203
- 6 胡云海. 蒋先明. 马铃薯杂志, 1992, 6: 14
- 7 Ewing E E. In Davies P J (ed) Martinus Nijhoff Publishers, Netherlands, 1987, P. 515
- 8 付家瑞. 植物光敏素. 中国植物生理学会全国学术会议, 1979

THE EFFECT OF LIGHT PERIOD ON THE FORMATION OF POTATO TUBERS AND THE ADJUSTMENT OF HORMONE

Liu Mengyun, Meng Meilian, Men Fuyi and Hu Zhiquan

(Inner Mongolia College of Agriculture and Animal Husbandry, 010018)

ABSTRACT

Comparison experiments between 8h / day sunshine period and natural sunshine period on potato seedling were carried out to study the effect of sunshine period on the formation of tubers, the content of endogenous hormone and the relationship between the tuber formation and the hormone content. The results shown that the begining date of the tuber formation for short-day treatment was significantly earlier than that for long-day treatment, but the short-day treatment could cause the number of the tuber and the content of the starch in the tuber to decrease, and to hinder the growth of leave and stems; the begining date of increasing the content of ABA and decreasing GA_3 and the ratio of GA_3 to ABA in leave for the short-day treatment was all earlier than that for normal duration of sunshine treatment.

KEY WORDS: light period, potato tuber, hormone