

马铃薯生育期间内源激素的变化

刘梦芸 蒙美莲 门福义 毛雪飞

(内蒙古农牧学院 呼和浩特 010018)

摘 要

以晋薯 2 号、紫花白为材料, 分析了马铃薯整个生育期间, 叶片和块茎中内源激素的含量变化。结果: 整个生育期间叶片和块茎中的 GA_3 、IAA 含量变化呈单峰曲线, 叶片中的峰值在块茎形成期, 块茎中的峰值在块茎迅速膨大期; ABA 含量变化则随着生育的进程而增加; 叶片中 ZR 的变化比较平缓, IPA 呈单峰变化, 峰值也在块茎形成期, 块茎中 ZR, IPA 和 Z 的变化在 2 品种间的变化不一致。无论是叶片还是块茎, 紫花白的 GA_3 、IAA、IPA 的含量均比晋薯 2 号的高, 而 ABA 含量则比晋薯 2 号的低。

关键词 马铃薯, 生育期间, 激素变化

1 引 言

关于马铃薯生育期间内源激素变化的研究在国内未见报道, 冈泽养三(1971)^[1]和 Krauss (1981)^[2]对块茎内 GA_3 、ABA 变化, Jameson (1985)^[3]对 CTK 变化曾作过研究。本文选用了结薯早晚、产量结构各异的紫花白和晋薯 2 号为材料, 系统研究了生育期间叶片和块茎整个生长过程 GA_3 、IAA、ZR、IPA 的变化, 目的在于加深对激素在马铃薯块茎生长中调控作用的认识, 为人为调控块茎生长提供理论依据。

2 材料与方 法

以紫花白、晋薯 2 号为材料。为使 2 品种生育时期相接近, 将生育期较长、结薯期较晚的晋薯 2 号提前 15 d 从窖内取出放在室温 13~17℃ 的室内散光条件下进行催

芽, 4 月 25 日与原贮于半地下固定窖内的紫花白进行切块 (30~50g 左右) 后一起播于大田。以后分别于 6 月 15 日——匍匐茎伸长期 (地上部为幼苗期), 6 月 28 日——块茎形成期 (地上部为现蕾期), 7 月 26 日——块茎迅速膨大期 (地上部为盛花期), 8 月 19 日——淀粉积累期 (地上部为茎叶衰落期), 9 月 5 日——成熟期 (地上部 2/3 以上茎叶已枯萎), 各时期选取生长健壮处于相应生育时期的典型植株 10 株为样株, 将样株顶叶下 (全展叶) 第 4 叶片去掉叶柄, 混合后取样测激素含量 (因 9 月 5 日叶片已大部枯萎, 故而未测)。同时取各样株最大块茎的混合样品测激素含量。匍匐茎样品取自样株伸长匍匐茎顶端 1cm 长度的混合样品测激素含量。

激素分析: 用丁静法提取, 后在 50℃ 减压浓缩至 5~10ml, 经 Sep-pakc18 小柱处理后, 用英国 WATB-R'S 公司的高效液相色谱仪检测。方法回收率: GA_3 (赤霉

素) 78%, IAA (生长素) 94%, ABA (脱落酸) 95%, ZR (玉米素核苷) 和 IPA (异戊烯腺苷) 85%。

3 结 果

3.1 生育期间叶片内源激素的变化

3.1.1 GA₃ 含量变化

整个生育期间 GA₃ 的变幅, 紫花白是 22.7~102.2 μg / 100 g (FW), 晋薯 2 号是 57.7~85.7 μg / 100 g (FW), 都呈单峰曲线变化, 峰值都在块茎形成期。从匍匐茎伸长到块茎形成期, GA₃ 含量增加, 紫花白含量比晋薯 2 号高, 但晋薯 2 号上升的幅度大, 增长速率快; 进入块茎迅速膨大期后, 紫花白的 GA₃ 含量迅速下降, 这时晋薯 2 号虽然也趋下降态势, 但下降速率显著慢于紫花白, 最后晋薯 2 号的含量超过了紫花白 (图 1-GA₃)。

3.1.2 IAA 含量变化

整个生育期叶片内 IAA 含量变化幅度, 晋薯 2 号在 46.7~96.4 μg / 100 g(FW), 紫花白在 40.2~141.5 μg / 100 g(FW), 其变化与 GA₃ 变化相近似, 呈单峰曲线变化, 峰值在块茎形成期。整个生育期间, 紫花白的 IAA 含量始终高于晋薯 2 号 (图 1-IAA)。

3.1.3 ABA 含量变化

整个生育期间 ABA 的变幅晋薯 2 号为 <1~46.3 μg / 100 g(FW), 紫花白为 <1~

45.5 μg / g(FW), 在匍匐茎伸长期, 叶片中 ABA 含量很低, 随着块茎形成和不断生长, ABA 含量也在不断地增加, 在块茎形成之后和块茎迅速膨大期间, 紫花白叶片中 ABA 含量明显低于晋薯 2 号, 其它生育时期 2 个品种的 ABA 含量相接近 (图 1-ABA)。

3.1.4 ZR 含量变化

生育期间 2 个品种的 ZR 含量和变化很相近, 晋薯 2 号为 14.3~15.6 μg / 100g (FW), 紫花白为 7.5~15.6 μg / 100 g (FW), 整个生育期间的变化平缓, 只在块茎迅速膨大期略有增加。在生育前期晋薯 2 号含量略高于紫花白, 后期完全相同 (图 1-ZR)。

3.1.5 IPA 含量变化

整个生育期间紫花白的变幅在 36.1~54.4 μg / 100 g(FW), 晋薯 2 号 24.1~40 μg / 100 g(FW), 呈单峰曲线变化, 峰值在块茎形成期, 紫花白的含量始终高于晋薯 2 号, 这种变化与 GA₃、IAA 的变化完全雷同 (图 1-IPA)。

3.1.6 叶片内激素间平衡水平变化

自块茎形成之后, 叶片内 GA₃ / ABA、IAA / ABA, ZR / ABA 和 IPA / ABA 平衡水平都呈下降态势, 而且在块茎形成至块茎迅速膨大期间, 以上激素间的平衡水平都是紫花白 > 晋薯 2 号, 至淀粉积累期 2 个品种的平衡水平相接近 (表 1)。

表 1 叶片内激素间平衡水平变化

生育时期	晋薯 2 号				紫花白			
	GA ₃ / ABA	IAA / ABA	ZR / ABA	IPA / ABA	GA ₃ / ABA	IAA / ABA	ZR / ABA	IPA / ABA
匍匐茎伸长期	—	—	—	—	—	—	—	—
块茎形成期	4.0	4.5	0.7	1.9	9.7	13.5	1.3	5.2
块茎迅速膨大期	2.2	1.6	0.5	1.0	2.9	2.1	0.7	1.6
淀粉积累期	1.5	1.0	0.3	0.5	0.5	1.0	0.3	0.7
成熟期	—	—	—	—	—	—	—	—

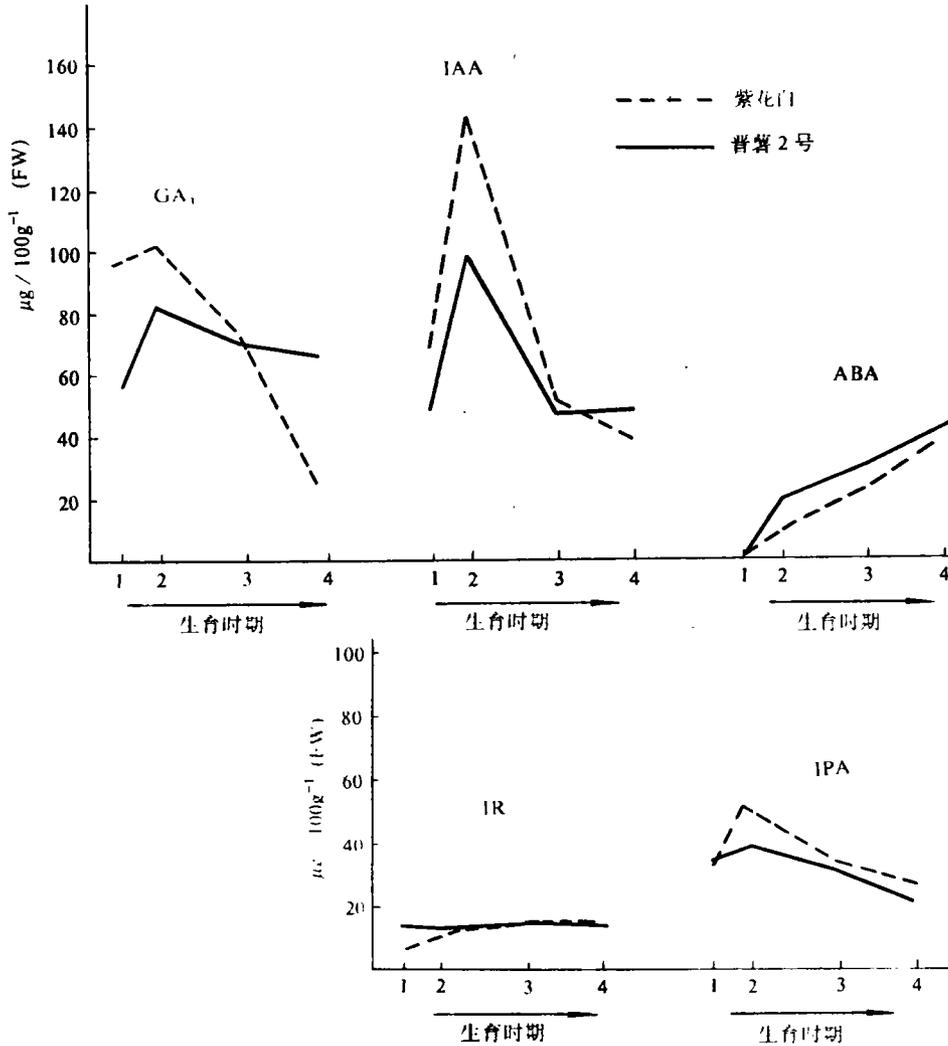


图 1 马铃薯生育期间叶片内激素含量变化

1—匍匐茎伸长期 2—块茎形成期 3—块茎迅速膨大期 4—块茎淀粉积累期

3.2 生育期间块茎内源激素含量变化

3.2.1 GA₃ 含量变化

块茎内 GA₃ 含量水平比叶片中的高。晋薯 2 号为 99.2~138.7 µg/100 g (FW), 紫花白为 21.4~232.6 µg/100 g (FW)。基本上呈单峰曲线变化, 峰值在块茎迅速膨大期, 比叶片中迟到一个时期, 在峰值之前紫花白的含量 > 晋薯 2 号, 峰值过后紫花白以比晋薯 2 号快 7 倍多的速度下

降, 最后晋薯 2 号 > 紫花白, 到成熟时晋薯 2 号略有上升 (图 2-GA₃)。

3.2.2 IAA 含量变化

块茎中 IAA 含量明显低于叶片, 其变幅也比叶片小。紫花白的变幅为 7.1~55.8 µg/100 g (FW), 晋薯 2 号为 1.1~32.8 µg/100 g (FW), 其变化与 GA₃ 变化趋势相似, 呈单峰曲线, 峰值在块茎迅速膨大期, 至成熟时降到最低水平。紫花白的

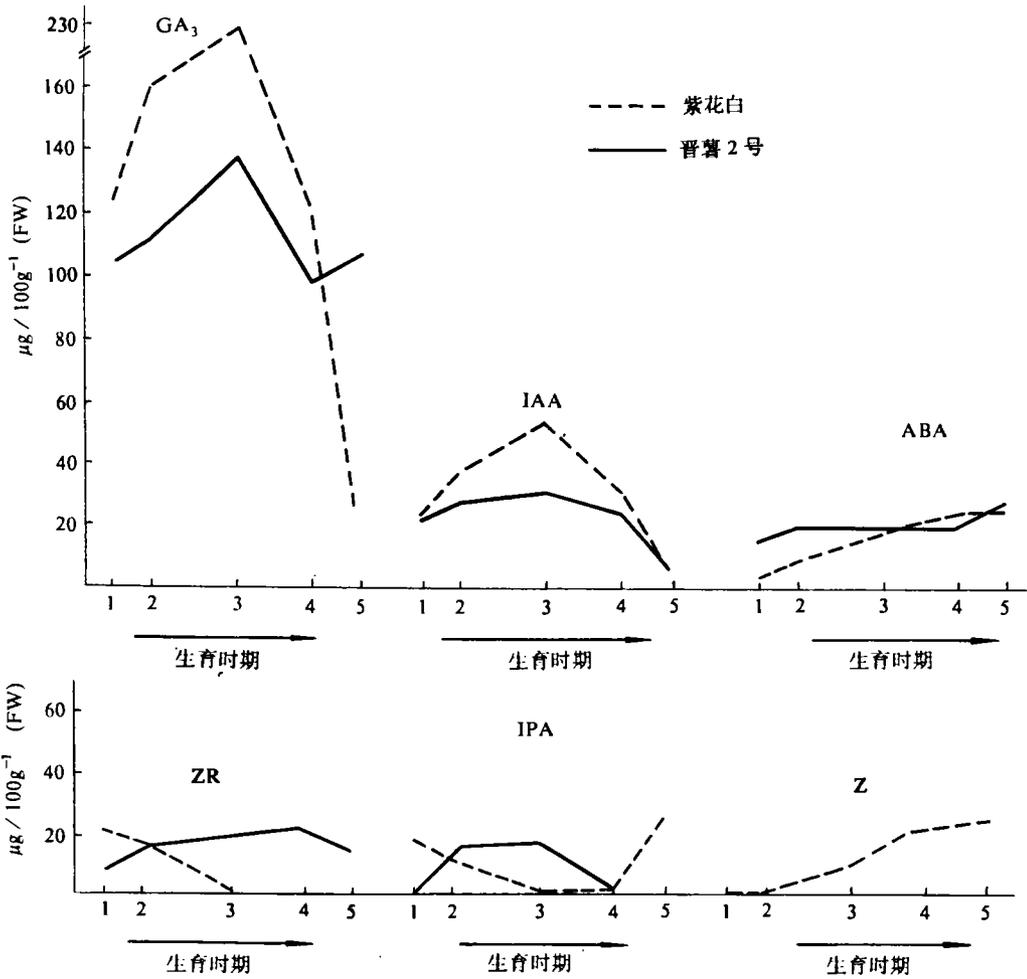


图 2 马铃薯生育期间块茎内激素含量变化

1—匍匐茎伸长期 2—块茎形成期 3—块茎迅速膨大期 4—块茎淀粉积累期 5—成熟期

变化幅度大, 峰值较明显, 晋薯 2 号的变化平缓, 紫花白的含量始终 > 晋薯 2 号 (图 2-IAA)。

3.2.3 ABA 含量变化

块茎内 ABA 含量水平比叶片中的含量水平低, 紫花白的变幅在 4.0~23.6 µg/100 g (FW), 晋薯 2 号在 16.4~28.6 µg/100 g (FW), 整个生育期间, ABA 含量都呈上升趋势, 晋薯 2 号的含量始终高于紫花白, 变化趋势与叶片中的变化相一致 (图 2-ABA)。

3.2.4 ZR 含量的变化

在晋薯 2 号中只在匍匐茎中和刚形成的块茎测到 ZR, 变幅 0~19.9 µg/100 g (FW), 紫花白在整个生育期都测到 ZR, 其变幅在 7.4~19.0 µg/100 g (FW), 变化比较平缓, 峰值不太明显 (图 2-ZR)。

3.2.5 IPA 和 Z 含量变化

块茎中 IPA 的变化与 ZR 一样不规律。2 个品种的变化曲线呈相反方向, 紫花白只在匍匐茎中和刚形成的块茎及成熟期测到, 其含量变幅 0~22.9 µg/100 g

(FW)。晋薯 2 号只在块茎迅速膨大期和块茎形成期的块茎中测到 IPA, 2 个时期的含量相近, 为 12.8~15.3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ (FW), 其它时期测不到 (图 2-IPA)。只在紫花白中测到 Z, 整个生长期呈上升趋势, 成熟期达最高值 (图 2-Z)。

3.2.6 块茎内激素间平衡水平的变化

GA_3/ABA 平衡水平呈下降趋势, 整个生育期间紫花白的平衡水平 > 晋薯 2 号。IAA / ABA 的变化在 2 个品种间变化不甚相同, 紫花白呈下降趋势, 而晋薯 2 号则呈低—高一高一低—低变化, 紫花白的平衡水

表 2 块茎内激素间平衡水平变化

生育时期	晋薯 2 号				紫花白			
	GA_3/ABA	IAA / ABA	ZR / ABA	IPA / ABA	GA_3/ABA	IAA / ABA	ZR / ABA	IPA / ABA
匍匐茎伸长期	6.4	1.3	0.5	—	31.0	6.6	5.0	4.4
块茎形成期	5.9	1.4	0.8	0.7	18.7	4.5	1.8	1.2
块茎迅速膨大期	7.6	1.8	0.9	0.8	15.0	3.6	—	—
淀粉积累期	5.1	1.4	1.0	—	5.5	1.4	—	—
成熟期	3.6	0.2	0.5	—	1.1	0.3	—	1.1

平始终高于晋薯 2 号。ZR / ABA、IPA / ABA, 从匍匐茎向块茎形成, 趋于下降 (表 2)。

4 结论与讨论

研究指出, ABA 能促进成熟和衰老⁽¹⁾, 但对马铃薯块茎的形成中的作用结论不一⁽⁵⁾, 在本项研究结果中, 马铃薯整个生育期间, 无论是叶片还是块茎, ABA 的含量都是随生育的进程而增加, 这种变化态势正好与块茎的形成、增大、增重和淀粉的不断积累过程相一致, 由此表明 ABA 是块茎生长过程不可缺少的重要的物质, 同时也是调控茎叶和块茎逐渐趋向成熟衰老的重要因素。

叶片和块茎中 GA_3 、IAA 含量变化呈单峰曲线, 峰值在块茎形成期和块茎迅速膨大期, 这种变化态势与叶片消长和块茎增长速率变化⁽⁶⁾ 相一致, 并且前期 GA_3 、IAA 含量高, 后期下降快含量低的紫花白品种,

就比前期 GA_3 、IAA 含量低, 但下降缓, 后期的 GA_3 、IAA 高的晋薯 2 号, 表现出结薯早, 前期块茎增长快, 淀粉含量低衰老早成熟早的特点, 由此表明 GA_3 、IAA, 对茎叶的生长和块茎的增大有一定促进, 而对淀粉的积累可能有抑制。

一些研究指出, CTK 是调控块茎形成的主要物质⁽⁴⁾, 并认为 ZR 是主要的 CTK⁽⁷⁾。冈泽养三 (1976)⁽¹⁾ 研究结果指出, CTK 峰值在马铃薯块茎形成期、膨大期以后迅速下降, 本次研究结果, 马铃薯 CTK 中主要是 ZR 和 IPA、Z 其中 IPA 的含量最高, 变化最有规律, 并且其变化曲线与 GA_3 、IAA 的变化基本一致, ZR 的含量比 IPA 低, 变化也不规律, Z 在叶片中还测不到, 晋薯 2 号的块茎中也测不到, 可见 CTK 并不像 ABA 那样, 显得与块茎的生长紧密相连, 似乎不可能是刺激块茎生长的主要物质, 而且起主要作用的并不是 ZR 而是 IPA。

从紫花白与晋薯 2 号二品种在激素变化

中的差异可以看出前期生长快, 块茎大、淀粉含量低、衰老快、成熟果的品种表现出 GA_3 、IAA、IPA 含量高, 上升快, 降幅大, 而 ABA 含量低。

从叶片和块茎中, 特别是叶片中的激素间平衡水平的变化均随生育的进程有规律地降低, 而且紫花白的激素间平衡水平高于晋薯 2 号, 这一结果表明激素对马铃薯生育的影响很大程度上是受激素间平衡水平所导致的, 块茎形成的早晚, 增大的快慢, 淀粉含量的高低, 茎叶消长、衰老、成熟早晚等都是由于激素的平衡水平发生了变化的结果。

本项研究结果表明, 在块茎形成期, GA_3 、IAA、IPA、ZR、ABA 都趋增加。但一些研究指出, GA_3 的减少, ABA 的增加促进块茎形成^[5], 但这种作用是通过 ABA 抵消 GA_3 的活性而起作用的。这一结

果表明, ABA 的作用并不完全是通过抵消 GA_3 活性, 不然 GA_3 不会和 ABA 一样都趋增加。

参 考 文 献

- 1 李曙轩. 植物生长调节剂与农业生产. 科学出版社, 1989, 61~67
- 2 Krauss A. Abscisic and gibberellic acid in growing potato tuber. *Pota Reserch*. 1981, 24: 435~439
- 3 Jameson P E. Changes in cytokinins during initiation and development of potato tuber. *Physio Plant*, 1985, 63: 53~57
- 4 P M 哈里斯 (英) 主编, 蒋先明等译. 马铃薯改良的科学基础. 农业出版社, 1984, 123~140
- 5 郭得平等. 植物激素与块茎形成. 植物生理通讯, 1991, 27 (2): 130~133
- 6 门福义, 刘梦云. 马铃薯栽培生理. 中国农业出版社, 1995, 44~73
- 7 张克荣, 倪德祥. 植物的形态建成与内源激素. 自然杂志, 1989 (11): 819~845

THE CHANGE OF INTRINSIC HORMONES IN THE GROWING PERIOD OF POTATO

Liu Mengyun, Meng Meilian, Men Fuyi and Mao Xuefei

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

ABSTRACT

The change of intrinsic hormones in leaves and tuber at the whole growth period is analysed by using the materials of Jinshu 2 and Zihuabai. The results are as follows. The changes of GA_3 and IAA content in leaves and tubers at the whole growth period are all the single peak curve. In leaves, the peak value of the curve appears at the formative period of the tuber, but in tuber the peak value of the curve appears at the formative to inflated period. The content of ABA is increased with the process of growth. The change of ZR in leaves is slower. The change of IPA is also a single peak curve, and peak value of the curve appears at the formative period, but change of ZR, Z, and IPA in tuber is no regularity. The contents of GA_3 , IAA and IPA in either leaves or tubers of Zihuabai are higher than those in Jinshu 2, but the content of ABA is lower than Jinshu 2.

KEY WORDS: potato, growing period, hormone