

马铃薯块茎生长过程中内源赤霉素 和脱落酸含量的变化*

蒙美莲 刘梦芸 门福义 陈有君

(内蒙古农牧学院农学系 呼和浩特 010018)

摘 要

以紫花白和晋薯2号两个品种为材料,研究了马铃薯同一个体植株中,处于不同生长阶段上的块茎,其内源 GA_3 和ABA含量的变化规律。结果表明:开始形成的块茎(块茎直径1cm左右)中ABA和 GA_3 含量最高,但 GA_3/ABA 的比值则较低;之后随着块茎的膨大,ABA和 GA_3 的含量均逐渐降低,但ABA的降低速度大于 GA_3 ,从而使 GA_3/ABA 的比值逐渐增高,到块茎成熟时,ABA和 GA_3 都有所增加。而由块茎迅速膨大到成熟的过程中, GA_3/ABA 的比值则又逐渐降低。两个品种在块茎生长过程中,内源 GA_3 和ABA的含量具有相似的变化规律。成熟期块茎平均直径较大的紫花白,当块茎直径小于5cm左右时,其中 GA_3 的含量大于相应大小的晋薯2号,后期两个品种之间则基本无差异;而ABA的含量在两个品种之间则始终无多大差异;因此使 GA_3/ABA 的比值在块茎直径小于5cm以前紫花白大于晋薯2号。因此我们认为 GA_3 和ABA在块茎开始形成与膨大及成熟的整个生长过程中,对块茎的形成和生长发育具有负反馈调节与协同作用。

关键词 马铃薯, 块茎生长, 赤霉素, 脱落酸

1 引 言

自从植物激素被发现以来,人们就对植物激素与植物生长发育的关系进行了大量的研究,并在生产中进行了广泛的应用。在马铃薯上以往研究较多的是植物激素与块茎形成、块茎休眠和萌芽的关系^(1~4),还有一

些研究发现块茎形成时赤霉素活性较高,随着块茎鲜重的增加,赤霉素活性逐渐降低;细胞分裂素也有类似的变化规律⁽⁵⁾;在匍匐茎和块茎中浓集着两类激素——赤霉素和脱落酸⁽⁶⁾。有关块茎生长过程中赤霉素和脱落酸含量的变化及它们之间的数量关系研究较少。因此本文研究了马铃薯个体植株中处于不同生长阶段的块茎,其内源赤霉素和脱落酸含量的变化,以探讨块茎生长过程中这两种激素的调控作用。

* 国家自然科学基金资助项目

2 试验材料与方法

试验材料取自一般大田栽培管理下的紫花白品种和晋薯 2 号品种。生育期间于 7 月 16 日和 8 月 11 日分两次取样。每次取若干株, 带回室内将直径大小不同的块茎进行分类, 获得各级待测样品。其中紫花白品种直径 1cm 左右、2~3cm、3~4cm 的块茎和晋薯 2 号品种直径 1cm 左右、2~3cm 的块茎于 7 月 16 日取得; 紫花白品种直径 5~6cm、6cm 以上的块茎和晋薯 2 号品种直径 3~4cm、5~6cm、6cm 以上的块茎于 8 月 11 日取得。各级块茎分别取 3~5 个, 去皮全部粉碎成匀浆后, 取样 10g 进行激素提取。

激素的测定按丁静等 (1979) 的方法进行提取。GA₃ 含量用日立 850 荧光分光光度计检测, ABA 含量用日本岛津 GC-9A 气相色谱仪测定。

激素含量以每克块茎鲜重含激素纳克 (ng/g fresh weight) 表示。

3 结果与分析

两个马铃薯品种处于不同生长阶段的块茎, 每克鲜重内源 GA₃ 含量的变化趋势见图 1, 可以看出在始成块茎 (直径 1cm 左右) 中单位鲜重含 GA₃ 的量最高, 以后随着块茎的不断膨大, GA₃ 含量逐渐降低, 到块茎膨大的末期达到最低, 块茎成熟时 (直径 6cm 以上) 又有所增高, 即随着块茎由始成, 膨大到成熟的生长过程中, 其内源 GA₃ 在每克鲜薯块中的含量呈现出高一低一较高的变化趋势。

图 2 是各种大小块茎中每克鲜块茎中 ABA 含量的变化趋势。可以看出和 GA₃ 含量的变化趋势基本相似, 随着块茎由始成,

膨大到成熟的过程中, 块茎单位鲜重中 ABA 的含量呈现出高一低一高的变化趋势, 只是在块茎膨大初期, ABA 含量降低的百分比大于 GA₃ 的。

图 3 是块茎中 GA₃/ABA 的比值随块茎增大而变化的趋势, 可以看出在块茎形成初期 GA₃/ABA 的比值较低, 以后随着块茎的逐渐膨大, 其比值逐渐增加, 块茎迅速膨大时达到最高, 以后又逐渐降低。

总的来看两个品种在以上规律上表现的都基本一致, 即在块茎膨大过程中, 单位鲜薯块中 GA₃ 和 ABA 的含量逐渐降低, 而 GA₃/ABA 的比值则逐渐增高, 到迅速膨大的后期又降低。但两个品种之间也有差别, 在块茎迅速膨大期 (块茎直径小于 5cm 以前), 紫花白块茎的 GA₃ 含量始终高于晋薯 2 号, 后期则相差较小; 两个品种的 ABA 含量则始终无较大差异, 因此使块茎小于 5cm 以前的紫花白的 GA₃/ABA 比值高于晋薯 2 号。另外变化趋势的转折点晋薯 2 号都早于紫花白, 如 GA₃ 含量最低值晋薯 2 号块茎是直径为 3~4cm, 而紫花白是 5~6cm, GA₃/ABA 比值最高也是如此, ABA 含量最低的块茎直径, 晋薯 2 号是 2~3cm, 而紫花白是 3~4cm。

4 结论与讨论

处于迅速膨大阶段的块茎, 单位鲜重中 GA₃ 含量和 GA₃/ABA 比值较高, 有利于马铃薯块茎的膨大生长。从上面的结果看, 在块茎始成后和迅速生长过程中 GA₃ 的含量较高, 而在接近成熟时其含量达到了一个最低水平。已有的研究表明, GA₃ 具有促进细胞伸长和增殖的作用^[7], 因此块茎单位鲜重中较高的 GA₃ 含量, 可以促进细胞的分裂和增大, 从而使块茎得以膨大生长。比较紫花白和晋薯 2 号块茎中 GA₃ 含量也

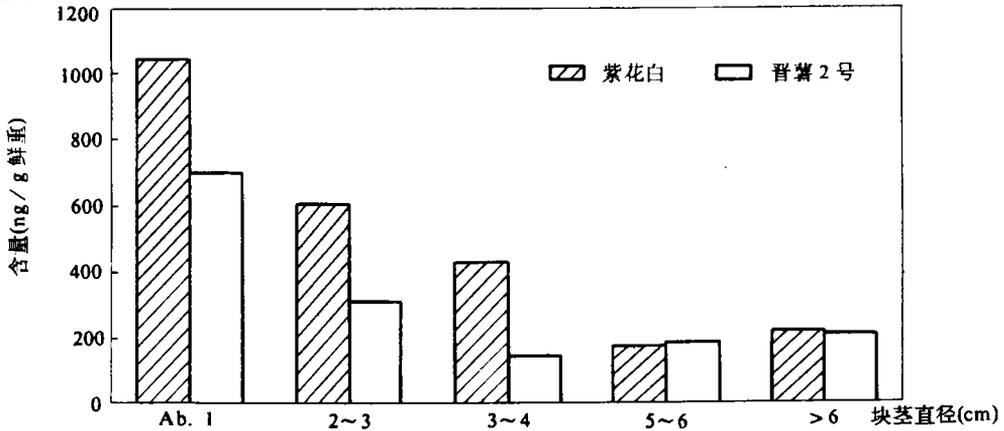


图 1 两个马铃薯品种处于不同生长阶段的块茎, 每克鲜重内源 GA₃ 含量的变化趋势

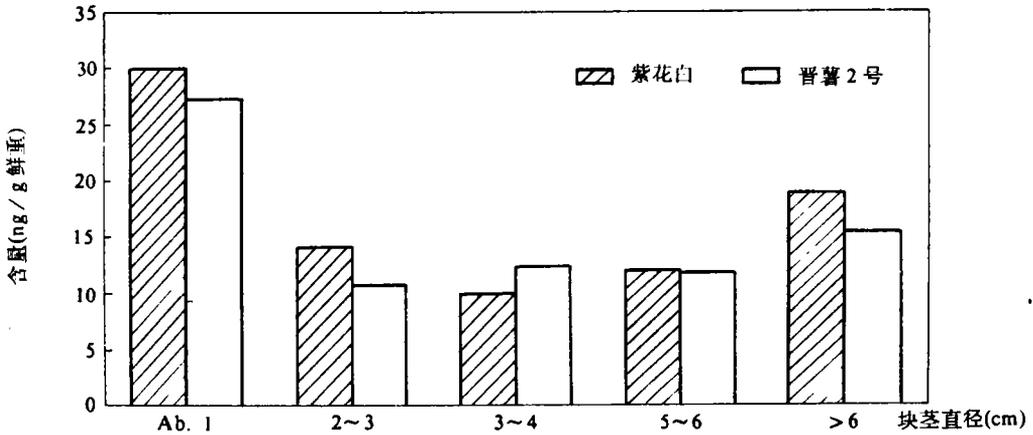


图 2 两个马铃薯品种处于不同生长阶段的块茎, 每克鲜重中 ABA 含量的变化趋势

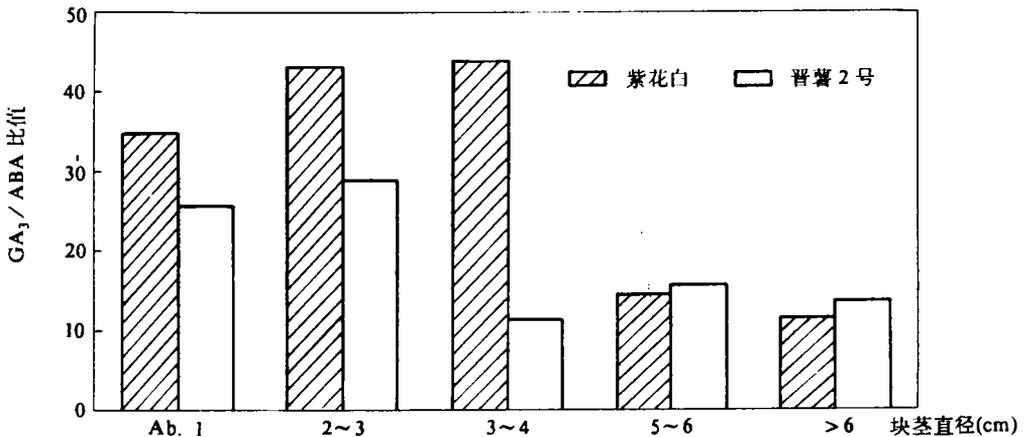


图 3 两个马铃薯品种处于不同生长阶段的块茎中 GA₃/ABA 的变化趋势

可以看出, 在块茎膨大过程中, 紫花白的 GA_3 含量始终高于同等大小的晋薯 2 号, 而在成熟块茎中则几乎无差别。从成熟块茎的平均大小看, 紫花白一般大于同等条件下生长的晋薯 2 号, 所以块茎膨大过程中较高的 GA_3 含量, 可能是成熟薯块较大的原因之一; 另外较高的 GA_3 含量或 GA_3/ABA 比值也可能有利于块茎维持较长时间的膨大生长。当然对于两个品种来说, 大小相近的块茎也可能处于不同的生长阶段, 例如直径在 3~4cm 的晋薯 2 号可能已接近成熟, 对于同等大小的紫花白则可能正处于迅速膨大阶段, 因而此时紫花白的 GA_3 含量或 GA_3/ABA 的比值与晋薯 2 号的差异最大, 这也说明较高的 GA_3 含量是维持块茎膨大生长的重要条件。

在块茎初形成或由膨大向成熟休眠的转变阶段, 块茎单位鲜重中 ABA 的含量较高, 而 GA_3/ABA 的比值则较低, 这可能是块茎的形成和由膨大向成熟休眠转变的必要条件。本试验结果表明, ABA 的含量块茎形成之初较高, 这可能是匍匐茎由伸长向膨大生长形成块茎的重要条件。ABA 具有抑制侧枝生长和促进休眠作用, 如果较高浓度的 ABA 集中在匍匐茎的尖端, 可能会使匍匐茎顶端的细胞受到抑制, 这便会阻抑匍匐茎的伸长生长, 为其膨大形成块茎创造条件。所以初成块茎中 ABA 浓度较高的原因可能是块茎形成前较高 ABA 含量的结果。以后由于块茎的膨大速度大于 ABA 向块茎运输速度而使 ABA 的含量迅速降到一个较低水平, 并一直维持到膨大生长的后期, 这为块茎的膨大创造了有利条件。在成熟期 ABA 含量又有所增加。这说明较低的 ABA 含量有利于块茎的膨大生长, 而较高的 ABA 含量或较低的 GA_3/ABA 比值则有利于块茎生长阶段的转化。

ABA 和 GA_3 对马铃薯块茎的生长可能

具有协同和负反馈调节作用。所谓协同作用是指两种激素相对含量的高低或者说它们之间比值的大小决定着块茎的生长阶段。所谓负反馈调节作用是指由于激素的含量水平所决定的处于某一生长阶段的块茎由于受其抑制或促进生长而使激素的相对含量发生改变, 从而使块茎进入下一个生长阶段。以往的研究表明, 块茎的形成或休眠并不是单一激素作用的结果, 只有当几种激素之间处于一定的平衡状态时, 才促使某一阶段的开始或保持某一生长状态。较高 ABA 含量或较高的 ABA/GA_3 比值有利于块茎的形成或停止膨大生长向休眠阶段转化。 GA_3 则具有促进块茎膨大和匍匐茎伸长生长的作用, 同时对块茎形成的抑制作用也是肯定的, 但也有报道说短日照条件下施用 GA_3 并不能阻碍块茎的形成; ABA 具有诱导块茎形成的作用, 但郭得平等 (1991) 则认为当植株本身的 GA_3 活性降低时, ABA 的作用就减弱⁽¹⁾。可见 ABA 与 GA_3 在块茎形成过程中具有协同作用。另外, 从本试验结果来看, 如果以单个块茎为单位, 则两种激素的含量都在以近似指数规律增加 (数据未列出), 这说明在整个生长过程中块茎中的两种激素都在不断积累, 而它们单位鲜重中的含量变化则是由于块茎的迅速生长而引起的, 而不是由于激素向块茎中转运速度降低或其它的因素。因此我们把两种激素的调节作用归纳如下: 在匍匐茎形成之初其中具有较高的 GA_3 含量, 因而促进匍匐茎的迅速伸长生长, 匍匐茎的迅速生长又导致其生长点的 GA_3 含量下降, 使 ABA/GA_3 的比值提高, 当这一比值升高到一定程度后, 使其生长点受到抑制, 匍匐茎停止伸长生长, 这又会使 GA_3 在近顶端积累, 当积累的 GA_3 使 GA_3/ABA 的比值达到足以逆转 ABA 的抑制作用的程度后, 又促进细胞的增殖生长, 可是由于顶端的被抑制, 促使匍

匍茎向扩大直径的方向发展, 因而开始了块茎的形成, 并迅速膨大; 而块茎的迅速生长又会使 GA₃ 的含量下降, 导致 GA₃/ABA 的比值下降, 从而使块茎由膨大向停止生长进入成熟休眠阶段转化。

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 李曙轩著. 植物生长调节剂与农业生产. 科学出版

- 社, 1989, 64~65
- 3 李曙轩著. 植物生长调节剂与蔬菜生产. 上海科学技术出版社, 1992, 283~295
- 4 蒙美莲等. 赤霉素和脱落酸对马铃薯块茎形成的影响. 马铃薯杂志, 1994, 8(3): 134~137
- 5 Jameson P E *et al.* Change in cytokinins during initiation and development of potato tuber. *Physiol Plant*, 1985, 63: 53~57
- 6 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): 6~9
- 7 Sachs R M *et al.* The effect of daylength, temperature and gibberellic acid upon flowering in *Fuchsia* hybrid. *Proc Amer Soc Hort Sci*, 1962, 80: 581~588

STUDY ON THE CONTENT OF INTERNAL GA₃ AND ABA IN GROWING POTATO TUBER

Meng Meilian, Liu Mengyun, Men Fuyi and Chen Youjun

(Inner Mogogolia Institute of Agriculture and Animal Husbandry, Huhhot 010018)

ABSTRACT

The contents of ABA and GA₃ were determined in different size tubers of Zihuabai and Jinshu 2. The tubers are in different expanding stage and from the same potato plant. The content of ABA and GA₃ in per-gram fresh initiation tuber (the diameter is about 1 cm) is higher than the later stage tuber, but the ratio of GA₃/ABA is lower at the same time. With the tuber expansion the contents of the two hormones decrease to a lowest point and the ratio increases gradually to a highest point at the later expanding stage, then the contents of hormones increase a little and the ratio decrease a little. The content change rule of the two cultivars is very similar. But the content of GA₃ in Zhuabai, the average size of its mature tuber being bigger than that of Jinshu 2, is always higher than that in Jinshu 2 of the same size before the diameter reaches 5 cm, but no remarkable difference is found between the GA₃ content of the two cultivars in the later stage and between the ABA content of the two cultivars for all growth stage, so the GA₃/ABA ratio of Zihuabai is higher than that of the Jinshu 2 before the diameter reaches 5cm. All of these suggest that GA₃ and ABA have a negative feedback and coordination effect on tuber initiation, expansion and dormancy.

KEY WORD: potato, tuber growth, gibberellin, abscisic acid