



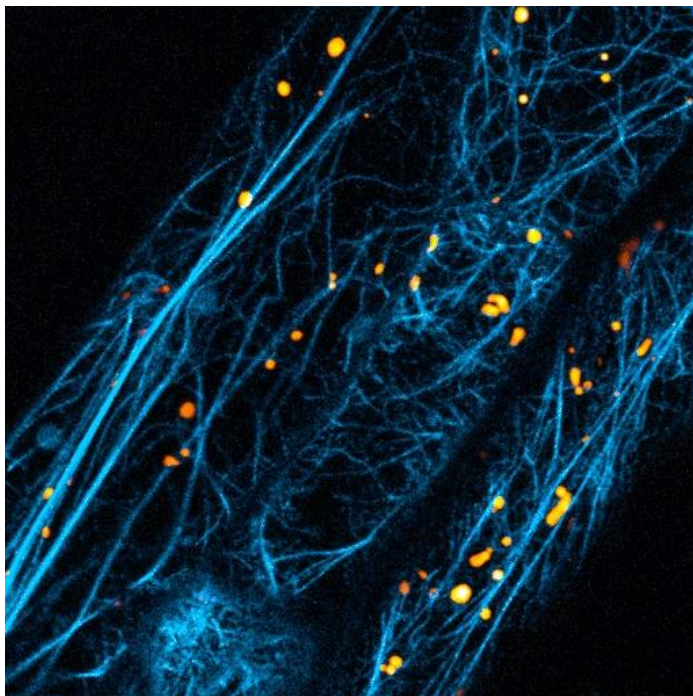
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA Univerzita Karlova

Protein, který pomáhá buňkám “pojídat sebe sama”

Přírodovědecká fakulta UK, Praha 17. 10. 2023

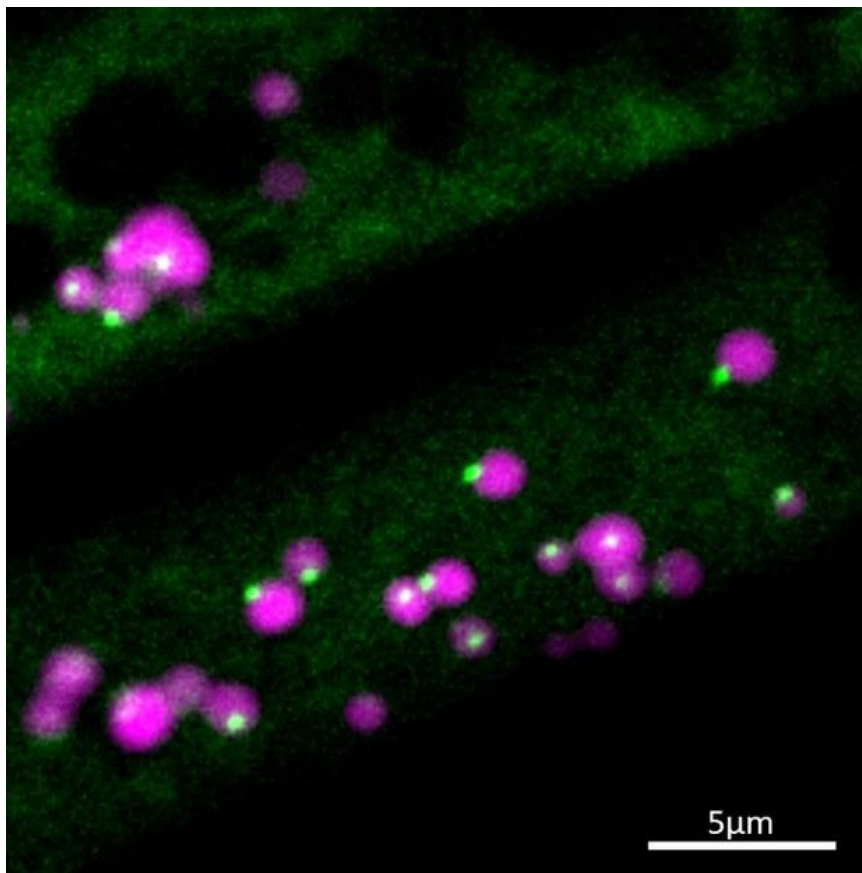
Tisková zpráva

Vědci z Katedry experimentální biologie rostlin PřF UK publikovali v prestižním vědeckém časopise Nature Plants výsledky svého výzkumu, který přináší nové poznatky o funkci proteinového komplexu ARP2/3 v rostlinných buňkách. Ukázalo se, že rostlinné buňky dokáží využívat tento komponent velmi odlišným způsobem, než buňky živočišné - je důležitý pro buněčnou recyklaci peroxisomů.

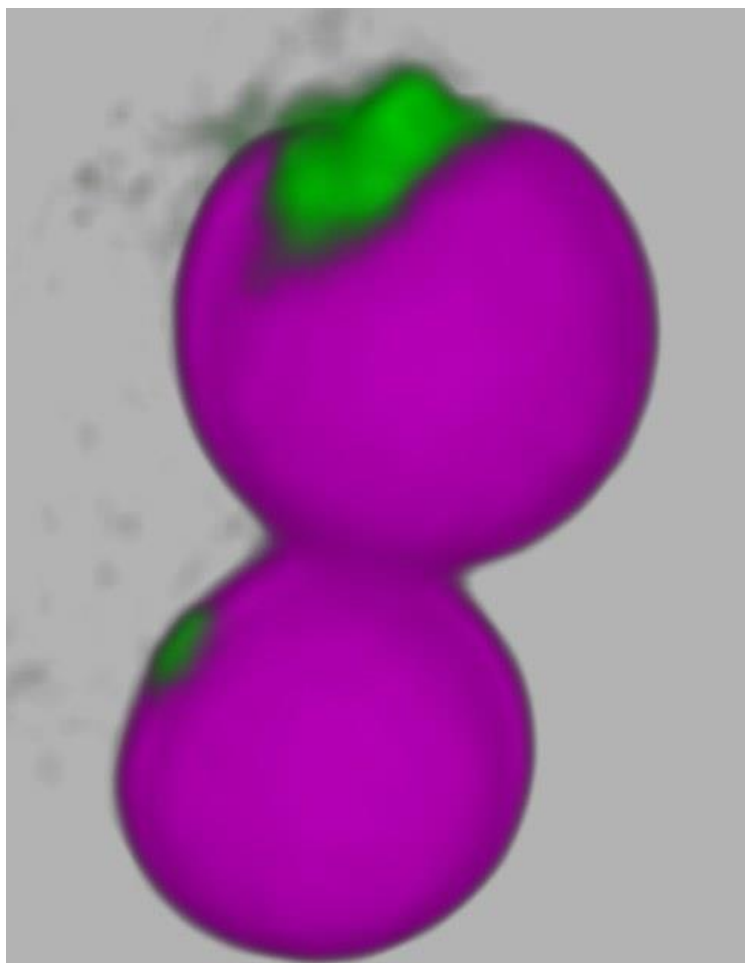


Obrázek 1: Aktinový cytoskelet (modře) tvoří v rostlinných buňkách hustou síť, která má mnoho různých funkcí. Například peroxisomy (oranžová), podobně jako jiné organely, se pomocí molekulárních motorů myosinů pohybují po aktinových vláknech jako po buněčné “železniční síti”.

Zkoumaný proteinový komplex se skládá ze sedmi podjednotek a je důležitý pro formování “buněčného lešení”, aktinového cytoskeletu. V živočišných buňkách je ARP2/3 zodpovědný například za tvorbu membránových výčnělků - panožek a tedy je nezbytný k pohybu buněk. Rostlinné buňky jsou však obalené pevnou buněčnou stěnou a panožky tedy vytvářet nemohou, jsou nepohyblivé a v rostlinném těle zůstávají stále na stejném místě. Přesto u nich najdeme evolučně konzervovaný komplex ARP2/3. Je tedy zřejmé, že je v rostlinných buňkách k něčemu důležitý, ale že zde plní svou roli v jiných procesech než u živočichů.



Obrázek 2: Komplex ARP2/3 na peroxisomech v pokožkových buňkách rostlin huseníčku rolního (Arabidopsis thaliana). Abychom mohli struktury zobrazit, jsou označeny fluorescenčními proteiny. Ty slouží jako značky umožňující detekci zkoumaných struktur v živých buňkách. Na snímku z konfokální mikroskopu je zeleně zvýrazněn komplex ARP2/3, fialovou barvou peroxisomy. Jan Martinek, katedra Experimentální biologie rostlin PřF UK.



Obrázek 3: 3D vizualizace peroxisomu (magenta) a komplexu ARP2/3 (zelená). Obrázek jsme získali fluorescenční mikroskopií využívající Airyscan detektor. Fialovou barvou je zvýrazněn peroxisom, zelenou komplex ARP2/3 v pokožkových buňkách rostliny huseníčku. Měřítko 1 μm , Kateřina Malinská, Ústav experimentální botaniky AV ČR.

V předchozích studiích se ukázalo, že komplex ARP2/3 má roli v koordinaci růstu a tvarování rostlinných buněk, nyní ale vědci objevili jeho zcela novou roli. Tato role souvisí se zvláštní formou autofagie, takzvanou pexofagií. Co tato slova znamenají? Autofagie (řecky “sebepojídání”) je proces, kterým se buňka zbavuje starých a poškozených organel a recykluje je na základní chemické komponenty, které pak může znovu použít. Pexofagie je pak označení pro takové recyklování peroxisomů - tedy organel, které mají v buňce roli v detoxikaci kyslíkových radikálů, ale třeba i v metabolismu mastných kyselin.

Jak také “recyklování” v praxi vypadá? Pokud je peroxisom již starý a poškozený, buňka ho obalí dvojitou membránou, tzv. autofagosomem. Takto zabalený ho přemístí do vakuoly, kde ho v kyselém prostředí rozpustí svými “trávicími” enzymy. Právě v procesu obalování peroxisomu membránou autofagosomu hraje roli komplex ARP2/3. Vědci ukázali, že v mutantech, kteří mají komplex ARP2/3 nefunkční (chybí některá ze sedmi podjednotek) nebo neaktivní (chybí jeho aktivátor) se v buňkách peroxisomy hromadí, protože je buňka není schopna dobře odbourávat. Zároveň pomocí konfokální mikroskopie ukázali, jak komplex

ARP2/3 vytváří na peroxisomu doménu právě v místě, kde nasedá autofagosom, aby peroxisom pohltil.

Tento objev, na kterém se podíleli také vědci z ústavu Experimentální Botaniky AV ČR a vědci z Velké Británie, nejen rozšiřuje naše porozumění fungování komplexu ARP2/3 a autofagie v rostlinných buňkách, ale také odhaluje, jak různé skupiny organismů mohou využívat komplex ARP2/3 ke svým odlišným potřebám. Zatímco u živočichů je remodelace membrán pomocí komplexu ARP2/3 důležitá například pro jejich pohyb, u nepohyblivých rostlinných buněk našel roli v remodelaci membrán při procesu autofagie. To ukazuje úžasnou schopnost přírody využívat v evoluci existující nástroje k odlišným účelům.

Během výzkumu použil výzkumný tým RNDr. Kateřiny Schwarzerové, Ph.D. několik pokročilých mikroskopických metod. Vzhledem k velmi malé velikosti peroxisomů, které jsou velké asi 1 mikrometr, a k rychlosti, jakou se peroxisomy v rostlinných buňkách pohybují, byl pro pozorování komplexu ARP2/3 na peroxisomech použit speciální mikroskop s pozorovacím módem TIRF, který umožňuje sledovat velmi rychlé procesy v živých buňkách. Ve spolupráci s Ing. Kateřinou Malínskou, Ph.D. z Mikroskopického pracoviště Ústavu experimentální botaniky AV ČR, v.v.i. využili vědci i mikroskop s Airyscan detektorem, který umožňuje lepší rozlišení, než je dosažitelné běžnou světelnou mikroskopií.

“Když jsme pod mikroskopem poprvé viděli tečky, které komplex ARP2/3 v buňkách dělá, očekávali jsme, že budou označovat místa větvení aktinového cytoskeletu. Proto jsme byli překvapeni, když kolokalizační studie ukázala, že jsou ve skutečnosti spojené s peroxisomy, což bylo něco úplně jiného, než víme o lokalizaci komplexu například u živočichů. Zároveň to nedávalo smysl vzhledem ke známé funkci komplexu ARP2/3 v tvarování rostlinných buněk. Teprve po několika letech detektivní práce se nám podařilo zjistit, že tato překvapivá a zdánlivě nesmyslná lokalizace komplexu ARP2/3 na peroxisomech je nezbytná pro jeho zcela novou funkci v degradaci peroxisomů pomocí autofagie”, říká Mgr. Jan Martinek, první autor publikace v Nature Plants.

Martinek, J., Cifrová, P., Vosolobě, S. et al. ARP2/3 complex associates with peroxisomes to participate in pexophagy in plants. Nat. Plants (2023). <https://www.nature.com/articles/s41477-023-01542-6>