

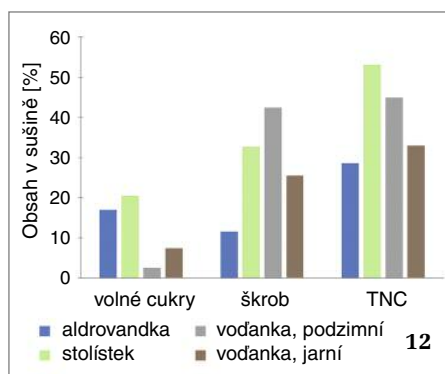
jak v mladých, nově narostlých částech turionů, tak ve „starých“ přezimovaných. Turiony hlavně nekořenujících rostlin jsou schopny na jaře za příznivých podmínek (teplo, světlo, vyšší koncentrace CO₂) během několika dní klíčení a růstu přejít z klidového do velmi rychlého energetického metabolismu, který zůstane podstatou výrazně rychlého růstu i u letních prýtlů.

Zásobní látky v turionech

Zralé turiony hromadí škrob, volné cukry, zásobní proteiny, lipidy, aminokyseliny i organické kyseliny (Adamec 2018). Ve zralých podzimních turionech 19 druhů rostlin tvoří škrob a nejběžnější volné rozpustné cukry (glukóza, fruktóza, sacharóza, rafinóza a galaktóza), jejichž součet se označuje jako celkové nestrukturní sacharidy (TNC – Total Non-structural Carbohydrates), podstatnou část sušiny turionů v rozsahu od 14 do 63 % (obr. 12 a údaje na webu Živy), a představují tak nejdůležitější zásobní látky v turionech (Adamec a kol. 2020). Obsah galaktózy byl minimální. Obsah škrobu činil 3–60,5 % sušiny. Je zajímavé, že podíl škrobu na TNC se průkazně lišil taxonomicky – dvouděložné rostliny ukládaly jen 20–78 % škrobu, zatímco jednoděložné až 82–97 %. Při hledání závislosti obsahu jednotlivých zástupců sacharidů na funkčních skupinách sledovaných rostlin, zahrnujících masožravost, kořenování ve dně či klíčení turionů u dna nebo u hladiny se při použití fylogenetické korekce (statistického postupu omezujícího vliv příbuznosti) zjistila jediná průkazná závislost: kořenující rostliny měly vyšší obsahy TNC. Jinak byl obsah volných cukrů i škrobu značně druhově odlišný. V turionech 8 druhů zimovaných v hlubší venkovní nádrži nebo v lednici klesl obsah TNC během zimy v průměru o 6,4 % sušiny; přitom mírně stoupl obsah volných cukrů, ale výrazně se snížil obsah škrobu. Pokles TNC většinou koreloval s poklesem podílu sušiny v jarních turionech. To přispívá také k jarnímu snížení hustoty turionů, které potom u některých druhů snadněji vyplouvají k hladině. Z literárních i našich údajů vyplývá, že přezimované turiony různých druhů obsahují jen asi 16–77 % původního obsahu škrobu.

Jak ukazují nejnovější nepublikované údaje polských biochemiků (M. Strzemski a kol.), druhou nejvýznamnější složkou zásobních látek jsou lipidy. Není známo, jak výrazně se jejich obsah mění během zimování. Význam ukládání organických kyselin jako zásobních látek v turionech je zřejmě velice malý. Naproti tomu hromadění některých aminokyselin bohatých na dusík může hrát zásadní úlohu jako zásoba organického N i C pro pozdější růst turionů. Ve zralých turionech vodňanky byl zjištěn velmi vysoký obsah argininu (obsahuje čtyři atomy N) na úrovni 5,7 % sušiny, který je hlavní zásobní látkou N, a při zahájení růstu tento obsah ještě stoupl. Podobný význam mají i zásobní proteiny zjištěné histochemicky jako zásobní vakuoly nebo krystalické útvary v jádrech buněk dvou druhů bublinatky, ale nikoli u aldrovandky.

Často se zapomíná na to, že turiony slouží také k ukládání některých minerálních živin, alespoň dusíku, fosforu, síry, hořčíku a železa. Snadno se o tom přesvědčíme,



12 Obsah nestrukturních sacharidů ve zralých podzimních turionech aldrovandky měchýřkaté, stolístku přeslenitého a vodňanky žabí, a v jarních, venku přezimovaných turionech vodňanky. Uvedeny průměry a směrodatné odchylky obsahu volných cukrů, škrobu a obsahu celkových nestrukturních sacharidů (TNC). Blíže v textu. Podle dat L. Adamce a kol. (2020)

když necháme růst přezimované turiony různých druhů v teple a na světle v silně zředěném roztoku chloridu draselného a vápenatého: během dvou týdnů narostou nové listy i vrcholy prýtlů z minerálních živin obsažených v turionech. Průměrný obsah dusíku odpovídající 2,31 % sušiny (rozsah 0,37–4,0 %) i fosforu s podílem 0,41 % (0,18–0,73 %) ve zralých turionech 21 druhů (blíže na webu) je zhruba srovnatelný s obsahy v sušině rostoucích letních listů či prýtlů těchto druhů a na první pohled neukazuje na velkou zásobní kapacitu turionů pro tyto živiny. Pokud však vezmeme v úvahu, že turiony mají nejméně 2,5× vyšší podíl sušiny v čerstvé biomase než letní prýtlů a že orgánový obsah N a P, který začíná omezovat růst rostlin, je poměrně nízký, potom asi 30–44 % celkového N v turionech a 50–68 % celkového P by mohlo být teoreticky využito při růstu nových prýtlů. Značné zásoby organických i minerálních látek spolu s přítomností chlorofylu tak dávají turionům na jaře i v chladnější vodě velký růstový potenciál s možností získat fenologický náskok před jinými skupinami vodních rostlin.

Ekologické vlastnosti

Turiony plovoucí volně na hladině se šíří vodními cestami a jsou také přenášeny na tělech živočichů, zejména ptáků, a nová stanoviště. Máme důkazy, že nové vzniklé nádrže (rybníky, pískovny apod.) jsou na Třeboňsku na vzdálenost několika km poměrně rychle osídleny velmi hojnou sterilní bublinatkou jižní, u které téměř není jiná možnost šíření než přenos turionů vodními ptáky. Drobné turiony mají zřejmě vyšší pravděpodobnost přenosu na větší vzdálenosti.

U vodních druhů na podzim jedna dospělá mateřská rostlina dává většinou vznik několika (2–15) turionům. O jejich přezimování existuje jen velmi málo přesných informací. Dvousazonní růstová studie aldrovandky na přírodních stanovištích v severních a jižních Čechách v silonových ohrádkách (Živa 1996, 4: 158–159) prokázala, že rostliny se během léta na vhodných stanovištích výrazně namnožily a každá dala vznik desítkám turionů.

Z nich však přezimovala a začala růst do konce jara pouze malá část – 0 až 68 %, v průměru jen asi 20–30 %. Některé rostliny plovoucí na hladině měly na podzim od kachen dozrávající turiony ukousnuté. Naopak přezimující zimní pupeny na povrchu vlhkého substrátu nebyly poškozeny mrazem, ale byly viditelně sežrány malými hlodavci. Podobně to platí i pro bublinatky. Turiony jako bohaté zásobní orgány tedy představují pro různé býložravce oblíbenou potravu, i když dospělé rostliny tyto herbivoři příliš nekonzumují.

Turiony mnoha druhů vodních rostlin obvykle přežívají v nepříznivých podmínkách bahenního dna vodních stanovišť, kde chybí kyslík (anoxie), ale naopak je přítomen sirovodík (H₂S), organické kyseliny i nízký redox potenciál (vysoká schopnost redukovat oxidované formy látek), a jsou přes zimu často pokryty jemným sedimentem. Navíc zimní opad listů v hustých porostech rákosin a ostřic nebo z břehových porostů stromů může zabránit jarnímu uvolňování a vyplouvání turionů na hladinu i klíčení a růstu u dna. Turiony bublinatky jsou také hojně požírány vodními hmyzími herbivory, např. larvami chrostíků (Trichoptera). Ať už jsou příčiny nízkého přežívání turionů mnoha druhů biotické nebo abiotické, obecně dochází zřejmě u všech druhů k výrazným ztrátám během přezimování jako ekologickým nákladům (anglicky costs), které jsou však ve větší míře vyvažovány ekologickými přínosy (benefits) v podobě nezmrznutí a fenologického náskoku. Přezimování turionů představuje proto u mnoha druhů kritickou fázi růstového cyklu spojenou se značnými populačními ztrátami, které musejí být v létě nahrazeny rychlým růstem a množením rostlin spojeným s nadprodukcí turionů.

Na závěr je možné shrnout, že ekofyziologie turionů vodních rostlin – i přes jejich zásadní význam pro každoroční obnovu populace – je na rozdíl od ekofyziologie letních rostoucích rostlin a jejich listů a prýtlů stále opomíjeným tématem. Dosud není známo, jak vývoj turionů ovlivňují ekologické faktory, jako jsou např. rozdílná dostupnost minerálních látek N a P nebo CO₂ pro fotosyntézu. Jak vyplývá z přehledu, většina studií byla provedena v umělých, částečně kyslíkatých podmínkách, což ale nemusí vůbec napodobovat přirozené prostředí. Proto by měl být v dalších studiích kladen důraz na anoxii a měly by se sledovat vlastnosti přežívání i klíčení a růstu turionů ve skutečných přirozených podmínkách i zvláštnosti jejich anaerobního metabolismu podobně, jak se před desítkami let studovalo přezimování vodních rostlin se zásobními oddenky (např. rákosu) i se zkoušením účinku toxických látek.

V prvním dílu o ekofyziologii turionů jsme záměrně pominuli vývojové vlastnosti, stadia dormance a zvláštnosti klíčení a růstu. V posledních dvou letech došlo k zásadnímu metodickému průlomů při studiu významu rostlinných hormonů ze skupin cytokininů, auxinů a kyseliny abscisové při vývoji turionů, o čemž bude pojednáno příště.

Seznam literatury a tabulku s podrobnými výsledky uvádíme na webu Živy.