

Využití mykorrhizní symbiozy při rekultivacích

Přijato: 19.2. 2007, recenzováno: 6.3 .2007

Nutzung der Mykorrhizsymbiose bei der Rekultivierung

Wollen wir bei der Rekultivierung ein für Pflanzen geeignete Milieu bilden, dann sind alle Komponenten wiederherzustellen, die im Boden natürlich vorliegen, also auch Bodenorganismen, zu denen auch Pilze gehören, besonders Mykorrhizpilze. Unter dem Begriff Mykorrhizsymbiose verstehen wir eine Kooperation spezifischer Pilze mit Wurzeln höherer Pflanzen. Ein Mykorrhizpilz dringt in die Pflanzenwurzel ein und verbindet auf diese Weise das innere Pflanzenmilieu mit dem umliegenden Boden. Der Pilz schöpft aus der Pflanze Nahrungsmittel (als Photosyntheseprodukt in einer Grünpflanze gebildet) und liefert der Pflanze Mineralstoffe, vor allem Phosphor und Stickstoff. Das Myzelium gruppiert die Bodenteilchen und verbessert seine Struktur und Sorptionsfähigkeit.

In der Natur liegen einige Typen der Mykorrhizsymbiose vor, die in zwei große Gruppen verteilt werden können: 1/ Endomykorrhizsymbiose – der Pilz dringt ins Innere der Zellen der Wirtspflanze ein. Der verbreitetste Subtyp davon ist die arbuskuläre Mykorrhize.

Deren Name ist von den strauchförmigen Organen – Arbuskolen - abgeleitet, die der Pilz innen in den Zellen der kolonisierten Wurzeln bildet. Entwicklungsgemäß ist dieser Mykorrhiztyp der älteste und etwa 90 % von Pflanzen besitzt ihn. Zu den Pflanzen, die diesen Typ von Mykorrhizsymbiose besitzen, gehört die Mehrheit von Kulturpflanzen, Gras, Sträucher, Obstbäume. Diese Pilze können auch künstlich angebaut werden, und zwar auf Wurzeln von Wirtspflanzen. 2/ Ektomykorrhizsymbiose – der

Mykorrhizpilz dringt nur in den interzellularen Raum von Wirtspflanzen ein.

Das bestimmende Merkmal für die Ektomykorrhize ist das, dass Pilze nicht in das Zelleninnere eindringen, sondern nur in den interzellularen Raum der Wirtswurzel. Die Wurzel ist morphologisch oft geändert und die Pilzhyphae bildet an der Wurzeloberfläche ein Gewirr, es heißt „Hyphamantel“. Die Ektomykorrhize besitzen viele wirtschaftlich bedeutende Gehölze, z.B. Eichen, Buchen und praktisch alle Nadelbäume. Die Ektomykorrhizpilze lassen sich ohne Anwesenheit einer Wirtspflanze in Nährlösungen anbauen.

Use of Micorrhiza Symbiosis in Reclamations

In the reclamations we want to create favourable environment for plants. All components which naturally occur in the soil have to be regenerated, as well as soil organisms like fungi, mainly micorrhiza fungi.

The micorrhiza symbiosis term means cooperation of specific fungi with the roots of higher level plants. Micorrhiza fungus breaks into the plant root and connects the internal environment of the plant with the surrounding soil. The fungus draws nutrients from the plant (created in the green plant as photosynthesis products) and supplies the plant with mineral matters, mainly phosphor and nitrogen. Mycelium aggregates particles of soil and improves its structure and absorption.

There are several types of micorrhiza symbiosis in the nature which can be roughly divided into two big groups: 1/ Endomicorrhiza symbiosis - the fungus

breaks into the cells of the host plant. Arbuscular micorrhiza is its most extended sub-type.

Its name is derived from fruticose elements - arbuscula, which are created by the fungus inside the colonized roots. From the evolution point of view this type of micorrhiza is the oldest one and it is included only in about 90% of plants. E.g. most arable crops, grasses, shrubs, fruit trees belong to the plants which have this type of micorrhiza symbiosis. These fungi can also be cultivated artificially at the roots of host plants. 2/ Ectomicorrhiza symbiosis - micorrhiza fungus breaks only into intercellular space of the host plant.

A destination index for ectomicorrhiza is that these fungi do not break into the cells but only into the intercellular areas of the host root. The root often changes morphologically and the hyphas of the fungi create a plexus on the surface of the root which is called a hypha coat. A lot of economically considerable tree species has ectomicorrhiza, e.g. oaks, beeches and almost all conifers. The ectomicorrhiza fungi can be planted artificially without the presence of the host plant in the nutrient solution.

Использование микорризного симбиоза при рекультивировании

Если хотим создать в ходе рекультивации пригодную для растений среду, надо возобновить все компоненты, которые в почве естественно существуют, то-есть и почвенные организмы, к которым принадлежат также грибы, в особенности грибы микорризные. Под понятием микорризный симбиоз разумеется содействие специфических грибов с корнями высших растений. Микорризный гриб проникает в корень растения и соединяет так внутреннюю среду растения с окружающей почвой. Гриб накапливает от растений питательные вещества (созданные в зеленом растении в

качестве продуктов фотосинтеза) и доставляет растению минеральные вещества, в особенности фосфор и азот. Мицелий агрегирует частички почвы и улучшает ее структуру и сорбцию. В природе существует несколько типов микорризных симбиозов, которые можно распределить в общем в две крупные группы: Эндомикорризный симбиоз – гриб проникает внутри клеток принимающего растения. Самым распространенным подтипом является арбускулярный микорриза. Его название выводится от кустовидных органов – арбускул, которые гриб создает внутри клеток колонизированных корней. С точки зрения развития данный тип микорризмы самый старый и присутствует в почти 90 % растений, например в большинстве культур, травах, кустарниках, фруктовых деревьях. Эти грибы можно также разводить искусственно, а именно на корнях принимающих растений. Эктомикорризный симбиоз – микорризный гриб проникает только в междуклеточные пространства принимающего растения. Для эктоморризы является определяющим знаком то, что грибы не проникают внутри клеток, однако только в междуклеточные пространства принимающего корня. Корень часто показывает морфологические изменения и гифы грибов образуют на поверхности корня сплетение, которое называется гифовая покрывка. Эктомикорриза встречается у многих древесных пород экономического значения, например у дубов, буков и практически всех хвойных пород. Искусственно можно эти грибы разводить без наличия принимающего растения, в питательных растворах.

Využití mykorhizní symbiozy při rekultivacích

Chceme-li vytvořit při rekultivacích prostředí pro rostliny příhodné, je třeba obnovit všechny složky, které v půdě přirozeně existují, tedy i půdní organismy, mezi něž patří i houby, zejména houby mykorhizní.

Pod termínem mykorhizní symbioza rozumíme spolupráci specifických hub s kořeny vyšších rostlin. Mykorhizní houba proniká do kořene rostliny a spojuje tak vnitřní prostředí rostliny s okolní půdou. Houba čerpá od rostliny živiny (vytvořené v zelené rostlině jako produkty fotosyntézy) a dodává rostlině minerální látky, zejména fosfor a dusík. Mycelium agreguje částičky půdy a zlepšuje její strukturu i sorpci.

V přírodě existuje několik typů mykorhizních symbioz, které můžeme

zhruba rozdělit na dvě velké skupiny: 1/ Endomykorhizní symbioza - houba proniká dovnitř buněk hostitelské rostliny. Jejím nejrozšířenějším podtypem je arbuskulární mykorhiza.

Její jméno je odvozeno z keříčkovitých orgánů - arbuskul, které houba vytváří uvnitř buněk kolonizovaných kořenů. Vývojově je tento typ mykorhizy nejstarší a má jej asi 90 % rostlin. Mezi rostliny, které mají tento typ mykorhizní symbiozy patří například většina kulturních plodin, trávy, keře, ovocné stromy. Tyto houby lze také pěstovat uměle a to na kořenech hostitelských rostlin. 2/ Ektomykorhizní symbioza - mykorhizní houba proniká pouze do mezibuněčných prostor hostitelské rostliny.

Pro ektomykorhizu je určujícím znakem to, že houby nepronikají dovnitř buněk ale pouze do mezibuněčných prostor hostitelského kořene. Kořen bývá často morfologicky změněn a hyfy hub tvoří na povrchu kořene spleť, která se jmenuje hyfový plášť. Ektomykorhizu má mnoho hospodářsky významných dřevin, například duby, buky a prakticky všechny jehličnany. Uměle lze ektomykorhizní houby pěstovat bez přítomnosti hostitelské rostliny v živných roztocích.

Úvod

Mezi lidské činnosti které nejdramatičtěji mění tvářnost i funkci krajiny bezesporu patří těžba a to zejména těžební činnost v povrchových dolech. Před vlastní těžbou dochází ke skrývce úrodné části půdního profilu, jsou odstraněny vrstvy nadložního humusu spolu s minerálními horizonty. Při vlastní těžbě jsou pak obvykle přemístěny geologické horizonty, které by za normálních podmínek zůstávaly hluboko pod povrchem. Po vytěžení ložiska čeká na těžaře nelehká úloha: co možná nejlépe navrátit krajině její vzhled a funkci tak, aby předešla těžební činností poškodila co nejméně životní prostředí. Stojí tedy před námi úkol, jak účinně obnovit všechny funkce rekultivovaného území a udělat to s co nejvyšší efektivitou. Důležitou součástí těchto prací je obnova rostlinného krytu, čímž se obvykle rozumí osázení vhodnými druhy dřevin, keřů a trav nebo vytvoření podmínek k pěstování některých užitkových rostlin.

Přirozeným prostředím, ve kterém rostliny žijí, je půda. O půdě dnes víme, že je to nesmírně složitý systém s množstvím vzájemně se ovlivňujících složek. Ve svrchních vrstvách bývá velké množství organické hmoty, tvořené zejména odumřelými částmi rostlin. Pod těmito vrstvami pak jsou horizonty minerální. Půda dokáže vázat i určité množství vody a její povrch bývá dobře provzdušněn. Důležitou součástí půdy jsou mikroorganismy, bez nichž by přirozené procesy, které v půdě probíhají a které vytvářejí příznivé prostředí pro růst rostlin byly nemyslitelné. Chceme-li proto vytvořit při rekultivacích prostředí pro rostliny příhodné nebo alespoň přijatelné, je třeba

obnovit všechny složky, které v půdě přirozeně existují, tedy i půdní organismy. Mezi ně patří i houby, zejména houby mykorhizní, tedy houby, které s vyššími rostlinami vytvářejí mykorhizní symbiozu.

Co je to mykorhizní symbioza?

Pod termínem mykorhizní symbioza rozumíme spolupráci specifických hub s kořeny vyšších rostlin. Mykorhizou pak pro potřeby tohoto článku budeme rozumět specifické orgány, které jsou tvořeny rostlinou, resp. jejími kořeny a houbami společně. Mykorhizní houba proniká do kořene rostliny a spojuje tak vnitřní prostředí rostliny s okolní půdou. Houba čerpá od rostliny živiny (vytvořené v zelné rostlině jako produkty fotosyntézy) a dodává rostlině minerální látky, zejména fosfor a dusík. Uvědomíme-li si, že vlákna houby (tzv. mycelium) může obsáhnout až několiksetkrát větší objem půdy než vlastní kořeny rostliny, můžeme si představit, jaký význam pro rostliny tato spolupráce má. Mycelium prorůstající půdou pak zlepšuje významným způsobem její strukturu a je schopno pojmout i velké množství vody. Zvyšuje se tak retenční schopnost půdy.

V přírodě existuje několik typů mykorhizních symbioz, které můžeme zhruba rozdělit na dvě velké skupiny:

Endomykorhizní symbioza - houba proniká dovnitř buněk hostitelské rostliny.

Její nejrozšířenějším podtypem je *arbuskulární mykorhiza*.

Dalším důležitým podtypem je *erikoidní mykorhiza*, která se uplatňuje u vřesovcovitých rostlin.

Ektomykorhizní symbioza - mykorhizní houba proniká pouze do mezibuněčných prostor hostitelské rostliny.

Arbuskulární mykorhiza

Je to nejrozšířenější typ mykorhizy. Její jméno je odvozeno z keříčkovitých orgánů pojmenovaných *arbuskuly*, které houba vytváří uvnitř buněk kolonizovaných kořenů. Dalšími charakteristickými útvary jsou *hyfy*, což jsou vlákna houby, které pronikají jak mezi buňkami hostitelské rostliny, tak dovnitř těchto buněk. Vývojově je tento typ mykorhizy nejstarší a má jej asi 90 % rostlin. Houby, které vytváří arbuskulární mykorhizu, tvoří plodnice. Mezi rostliny, které mají tento typ mykorhizní symbiozy, patří například většina kulturních plodin, trávy, keře, ovocné stromy. Tyto houby lze také pěstovat uměle a to na kořenech hostitelských rostlin.

Erikoidní mykorhiza

Charakteristickým rysem jsou závitky hyf uvnitř buněk kořenů hostitelské rostliny. Poněkud jsou tyto smotky uvnitř buněk na povrchu kořenové pokožky. Vytvoření tohoto typu mykorhizní symbiozy je nezbytné pro dobrý růst erikoidních rostlin, mezi něž počítáme vřesy, vřesovce, rhododendrony, azalky, borůvky, brusinky a další.

Ektomykorhizní symbioza

Pro ektomyrhizu je určujícím znakem to, že houby nepronikají dovnitř buněk ale pouze do mezibuněčných prostor hostitelského kořene. Kořen bývá často morfologicky změněn a hyfy hub tvoří na povrchu kořene spleť, která se jmenuje *hyfový plášť*. Uvnitř kořene pak hyfy obvykle tvoří typickou strukturu *Hartigovu síť*. (Na kolonizovaném kořeni některých rostlin můžeme i pouhým okem spatřit typické útvary, zvané mykorhizní špičky nebo krátce mykorhizy.) Ektomykorhizní houby zpravidla tvoří plodnice a patří mezi ně i mnoho obecně známých hub (včetně hub jedlých). Ektomykorhizu má mnoho hospodářsky významných dřevin, například duby, buky a prakticky všechny jehličnany. Uměle lze ektomykorhizní houby pěstovat bez přítomnosti hostitelské rostliny v živných roztocích.

Pro úplnost je třeba dodat, že existují i výjimky. Některé rostliny mají více typů mykorhizní symbiozy buď současně nebo v různých vývojových stádiích jedince.

Využití mykorhizní symbiozy při pěstování rostlin

Mykorhizní symbioza je tedy něco v přírodě naprosto obvyklého a rostliny bez ní nemohou dobře a přirozeně prosperovat, ani jsou-li splněny ostatní podmínky pro růst rostlin. (Dostatek živin, vláhy, vhodné klimatické podmínky atd.). Mykorhizní symbioza se vyvinula již při přechodu rostlin na souš, jako dokolý adaptační mechanismus na nové prostředí. O její efektivitě svědčí i to, že se udržela dodnes.

Zatímco v nenarušených ekosystémech jsou mykorhizní houby obsaženy přirozeně, v systémech narušených a lidskou činností poškozených, nebo v systémech uměle vytvořených (pěstební plochy) se mykorhizní houby vyskytují v nedostatečném množství nebo mohou úplně chybět. Vzhledem k tomu, že mykorhizní houby můžeme za určitých podmínek vypěstovat, nabízí se řešení: Nedostatek hub přirozeně se vyskytujících nahradit houbami odebranými z jiných míst resp. houbami vypěstovanými uměle.

Zatímco první „umělé“ přípravky pro inokulaci půdy, resp. rostlin byly tvořeny substrátem obohaceným sporami ektomykorhizní houby *Pisolithus* (měcháč), později se začali vyvíjet přípravky obsahující houby uměle namnožené. Z laboratoří se přes polní pokusy dostaly tyto přípravky do praxe. V současné době existují už firmy zabývající se vývojem a výrobou komerčních přípravků pro inokulaci rostlin mykorhizními houbami. Nejvíce je jich patrně v USA, v Evropě pak jsou v Německu, Francii, V. Británii, jedna firma existuje i u nás.

Aplikace mykorhizních přípravků

Výhodou aplikace mykorhizních hub je, že tak rostlinám přirozenou cestou zajistíme dostatečné zásobení vodou a živinami. V mnoha případech pak snížíme i vliv patogenních organismů. Rostliny vykazují prokazatelně nižší mortalitu při přesazování, zvýší se přírůstek hmoty (rostliny rostou rychleji). Projeví se to především tam, kde je množství živin nebo vláhy limitujícím faktorem pro růst rostlin. Rostliny není tedy potřeba tolik hnojit a zalévat, rostliny lépe zakořeňují a lépe se ujmou, celková úspěšnost rekultivace je tedy vyšší. Téměř odpadá potřeba dosazovat uhynulé sazenice a doba po kterou musíme sazenice stromků obžínat se zkracuje. Z toho pramení i nemalý ekonomický přínos inokulace pro investora. V trvalých kulturách se houba rozmnoží a není ji třeba každoročně obnovovat.

Endomykorhizní preparáty bývají obvykle tvořeny substrátem, ve kterém byly předtím pěstovány hostitelské rostliny. Tento substrát obsahuje infekční částice

(spory, mycelium a kolonizované části kořenů) a aplikuje se buď přisypáním k vysazovaným rostlinám nebo se smísí s vodou a polyakrylamidovým gelem (bývá součástí dodávky) a do takto vzniklé kaše se máčejí prostokořenné sazenice stromků.

Ektomykorhizní preparáty jsou často tvořeny dvěma složkami: substrátem se spory hub získanými v terénu a částí, která obsahuje živé mycelium. Obě části se smíchají až před aplikací, často se opět přidává voda a gel. Do této směsi se pak namáčejí sazenice stromků před výsadbou na konečné stanoviště.

Nezbytnou podmínkou pro úspěšnost inokulace je, aby se infekční částice dostaly do styku s kořenem hostitelské rostliny. Při aplikaci mykorhizních hub nesmějí být samozřejmě použity systemické fungicidy.

Mezi významné úspěšné aplikace patří například zatravnění výsypky Eurotunelu, ozelenění výsypek uhelných dolů v Kentu, velkoplošná aplikace při ozelenění pusty v Maďarsku, ale i použití mykorhizních hub pro zvýšení výnosů na plantážích v Africe. U nás se inokulace uplatňuje například při výsadbě stromků na exponovaných stanovištích v Lesech ČR, a.s.

Závěrem bych ještě jednou rád shrnul výhody a význam mykorhizní symbiozy. Mykorhizní symbioza je prastarý a desítkami milionů let prověřený přírodní mechanismus, zaručující prosperitu houbě i rostlině. Umožňuje rostlinám dokonale využít živiny a vláhu. Zlepšuje agregaci půdy, zvyšuje její retenční schopnost. Omezuje vliv některých patogenů. Zlepšuje růst rostlin a snižuje jejich mortalitu. Je v přírodě něčím naprosto přirozeným a tedy při obnově krajiny žádoucím fenoménem.

Literatura:

1. Milan Gryndler a kol.: Mykorhizní symbioza (Academia 2004).