

Zastosowanie grzybów do biologicznej utylizacji drewna użytkowego, impregnowanego związkami miedzi i boru

Odpady drewna impregnowanego, po zakończonym cyklu użytkowania, stanowią problem technologiczny i ekologiczny. Większa część impregnatów wykorzystywanych w ochronie drewna należy do środków klasyfikowanych jako niebezpieczne dla środowiska. Utylizacja takich odpadów przez spalanie jest procesem kosztownym, bowiem wiąże się często z koniecznością dodatkowej neutralizacji substancji czynnych pozostających w przetworzonych odpadach. Wysokie koszty spalania skłaniają do poszukiwania innowacyjnych rozwiązań utylizacji impregnowanego drewna użytkowego, na przykład w oparciu o procesy biotechnologiczne.

Zastosowanie mikroorganizmów w bioutylizacji odpadów jest powszechnie wykorzystywane w technologiach oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego. Wydaje się zatem, że recykling organiczny odpadów drewna z udziałem mikroorganizmów jest kierunkiem przyszłościowym. Mikroorganizmy, zwłaszcza grzyby, wykształciły system enzymów, dzięki którym posiadają zdolność rozkładu wielu skomplikowanych związków chemicznych, na przykład policyklicznych węglowodorów aromatycznych, które występują np. w oleju kreozotowym stosowanym do impregnacji drewna przeznaczanego na podkłady kolejowe. Wspomniany system enzymów to oksydoreduktazy, hydrolazy, peroksydazy, dzięki którym mikroorganizmy wykazują tolerancję w stosunku do substancji chemicznych. Odporność grzybów na toksyczne substancje nie jest uzależniona jednak tylko od syntetyzowanych przez nie białek enzymatycznych. Mechanizm odporności jest również związany z syntezą substancji niskocząsteczkowych, takich jak glutation, kwasy organiczne i wiele innych. Poznanie zatem mechanizmów pozwalających grzybom na neutralizację toksycznych substancji wymaga jeszcze wielu badań.

Historia wykorzystywania środków do impregnacji drewna sięga około 200 lat i obejmuje różne grupy związków chemicznych, począwszy od bardzo toksycznych, jak związki arsenu, fluoru, naftaleny, pochodne fenolu, do tych bezpiecznych dla środowiska i zdrowia człowieka (związki miedzi i boru). W świetle restrykcyjnych prze-

pisów o produktach biobójczych stosowanie wielu skutecznych impregnatów zostało zabronione lub ściśle ograniczone. Aktualnie na rynku środków ochrony drewna dominują preparaty zawierające miedź i bor, które charakteryzują się niską toksycznością, a w połączeniu z czwartorzędowymi solami amoniowymi bardzo dobrą skutecznością biocydową. Najbardziej reprezentatywnymi preparatami ochrony drewna są środki oparte na połączeniach siarczanu miedzi i kwasu borowego z chlorkiem didecyldimetyloamoniowym (DDAC), a także z dodatkiem 3-jodo-2-propinylo-N-butylokarbaminianu, glikolu propylenowego, monoetanoloaminy, propanodiaminy, mocznika czy fosforanowego polioksyeteru alkilowego. Wykorzystanie nanotechnologii i wprowadzenie nanomiedzi do formuacji impregnatów drewna jest również rozwijającym się trendem w ochronie drewna. Neutralizacja odpadów drzewnych zabezpieczonych środkami ochrony, również tymi zawierającymi miedź i bor, jest tematem często dyskutowanym w świetle problemów ochrony drewna. Na podstawie licznych eksperymentów naukowcy wykazali, że grzyby rozkładające drewno można wykorzystać w celu detoksyfikacji związków miedzi i boru zawartych w impregnowanym drewnie. Przy odpowiednio przygotowanej hodowli mikroorganizmów i obróbce drewna można zredukować zawartości związków chemicznych, a co za tym idzie odtoksyczyć zaimpregnowany materiał. Związki miedzi i boru, zawarte w nasyconym drewnie aktywują metabolizm grzyba rozkładającego drewno, zwiększając syntezę metabolitów wtórnych, co koreluje ze spadkiem ilości miedzi i boru w drewnie. W pracach prowadzonych nad zastosowaniem grzyba *Trametes versicolor* w utylizacji użytkowego drewna impregnowanego związkami miedzi i boru zauważono potencjalne możliwości grzyba w neutralizacji

substancji aktywnych w nasyconym drewnie. Możliwości te wyrażone są aktywnością biochemiczną badanego gatunku grzyba, zwłaszcza wzmożoną syntezą enzymów rozkładu, takich jak laktaza, ale również enzymów ochronnych, jak katalaza czy dysmutaza ponadtlenkowa oraz niskocząsteczkowych kwasów organicznych, kumulujących miedź w postaci nierozpuszczalnych kompleksów.

Podsumowując, należy stwierdzić, że istnieje możliwość wykorzystania grzybów w utylizacji użytkowego drewna impregnowanego, konieczne jest jednak podjęcie badań zmierzających do opracowania metod, aby wykorzystać w sposób ekonomiczny potencjał mikroorganizmów w neutralizacji drewna impregnowanego i zawartych w nim substancji czynnych. ■

IZABELA BETLEJ,

Theta Doradztwo Techniczne

Literatura:

1. Betlej I. 2010: Wpływ związków miedzi i boru na metabolizm grzyba *Trametes versicolor* (L.exFr) Pil. rozkładającego drewno, praca doktorska.
2. Betlej I., Krajewski K.J. 2012: Zastosowanie grzybów rozkładających drewno w procesach biotechnologicznych, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych”, Ochrona przed korozją 9s/A/2012: 32-35.
3. Kartal S.N., Kakitani T., Imamura Y. 2004: Bioremediation of CCA-C treated wood by *Aspergillus niger* fermentation. *Holz als Roh- und Werkstoff* 62: 64-68.
4. Krajewski K.J., Betlej I. 2006: Rola grzybów Basidiomycota w degradacji drewna zabezpieczonego środkami ochrony. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Rozkład i korozja mikrobiologiczna materiałów technicznych”, Ochrona przed korozją 9s/A/2006: 16-24.
5. Kundzewicz A., 2007: Kierunki rozwoju ochrony drewna w świetle 38 Konferencji IRG. Mat. Konf. XXIII sympozjum pt.: Ochrona drewna. 29-36.