

Bölüm 1

YEŞİL TEKNOLOJİLER

Ayhan KOCAMAN

Son zamanlarda ülkelerdeki nüfuslarda hızlı artış, besin ve enerji zincirlerindeki yetersizlik, çarpık kentleşmeler, insanların aşırı ve lüks tüketim isteğine bağlı olarak hızla gelişen teknolojik ilerlemeler, endüstriyel atıklardaki ağır metallerin yoğunluğu önemli çevre problemlerini beraberinde getirmekle beraber, metallerin toprakta birikmesiyle ağır metal kirliliğini de önemli çevre sorunu haline getirmekte ve buna bağlı olarak besin zinciri yoluyla hayvan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri olduğu görülmektedir.

Atom numarası 20'den büyük olan elementler olarak tanımlanan ve geleneksel olarak metalik özelliklere sahip topraktaki doğal bileşenlere ağır metaller olarak adlandırabiliriz ve bu ağır metal kirleticilerinden yaygın olanları Pb, Cd, Cu Cr, Zn ve Hg'dir.. Bu metallerin bazıları, bitki büyümesi için gerekli mikro besinler (Zn, Cu, Mn, Ni ve Co) iken, Cd, Pb ve Hg gibi diğerleri bilinmeyen biyolojik fonksiyonlara sahiptir.⁽¹⁾ Manganez (Mn), magnezyum (Mg), bakır (Cu) ve demir (Fe) gibi metaller bitki esansiyel metalleri olarak sınıflandırılır. Bu metaller belirli miktarlarda gereklidir ve eksiklikleri veya yüksek konsantrasyonları toksik etkilere neden olur ve bitki verimliliğini azaltır. Örneğin, Mn fotosentez için gerekli olan su moleküllerinin bölünmesinde rol oynar. Magnezyum eksikliği gibi diğer metaller, bitki yapraklarındaki klorozdan sorumludur.⁽²⁾ Ve ayrıca oksidatif strese neden olur.⁽³⁾ Çinko (Zn) esas olarak bitkiler için gereklidir. Ancak, çok yüksek konsantrasyonlar bitkilere zarar verebilir.⁽²⁾ ve büyü-

için kullanılacak bitkilerin, gen veya proteinlerin proteomik ve genomik teknolojileri ile geliştirilmesi sonucunda elde edilecek verilerin ağır metaller ve organik kirleticilerden kaynaklanan kirli alanların yenilenmesinde önemlidir. Bu eko-tekniklerin bir kombinasyonu, güvenilirliği daha da artırmak uzun vadeli sürdürülebilirlik, biyolojik süreçlerin entegrasyonu ve sürece çevre dostu malzeme ve ajanların kullanılmasıyla sağlanacaktır.

Sonuç olarak atık su arıtımı alanında uygulamalı çevre bilimlerinin temel amacı, atık su arıtma tesislerindeki atık su kalitesinin iyileştirilmesi ve yeraltı suyu kaynakları ile temas halinde rejenere suların güvenilir standartlarının uygulanması olmalıdır. Böylelikle, içme suyu kaynaklarının sürdürülebilirliğini artırılacak ve atık su arıtma sırasında enerji kullanımını, CO2 emisyonunu ve atık üretimini azaltarak küresel değişimin etkilerini azaltmaya mütevazı bir şekilde katkıda bulunulabilecektir. Yeşil teknolojilerde halkın kabulü genellikle endüstriyel süreçlerden daha yüksektir. Ümit edilen mükemmel su kalitesi, ek tüketici memnuniyetine, gelecek nesiller için sürdürülebilirliğe, rekreasyon ve eko estetiklere katkıda bulunacak ve toplumun, kadınların, çocukların ve yaşlıların Mikro kirleticilere karşı savunmasını bırakmayıp ilaçlardan ve tehlikeli maddelerden korunmasına katkıda bulunacaktır. ⁽²⁶⁾

KAYNAKLAR

1. Gaur, A., & Adholeya, A. (2004). Prospects of arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Current Science*, 528-534.
2. Wang, C., Zhang, S. H., Wang, P. F., Hou, J., Zhang, W. J., Li, W., & Lin, Z. P. (2009). The effect of excess Zn on mineral nutrition and antioxidative response in rapeseed seedlings. *Chemosphere*, 75(11), 1468-1476.
3. Tewari, R. K., Kumar, P., & Sharma, P. N. (2006). Magnesium deficiency induced oxidative stress and antioxidant responses in mulberry plants. *Scientia Horticulturae*, 108(1), 7-14.
4. Lopez-Mosquera, M. E., Moiron, C., & Carral, E. (2000). Use of dairy-industry sludge as fertiliser for grasslands in northwest Spain: heavy metal

- levels in the soil and plants. *Resources, Conservation and Recycling*, 30(2), 95-109.
5. Zeng, X. B., Li, L. F., & Mei, X. R. (2008). Heavy metal content in Chinese vegetable plantation land soils and related source analysis. *Agricultural Sciences in China*, 7(9), 1115-1126.
 6. Roy, S., Labelle, S., Mehta, P., Mihoc, A., Fortin, N., Masson, C., ... & Olsen, C. (2005). Phytoremediation of heavy metal and PAH-contaminated brownfield sites. *Plant and soil*, 272(1/2), 277-290.
 7. Khan, S., Aijun, L., Zhang, S., Hu, Q., & Zhu, Y. G. (2008). Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in lettuce grown in the soils contaminated with long-term wastewater irrigation. *Journal of Hazardous Materials*, 152(2), 506-515.
 8. Fusconi, A., Repetto, O., Bona, E., Massa, N., Gallo, C., Dumas-Gaudot, E., & Berta, G. (2006). Effects of cadmium on meristem activity and nucleus ploidy in roots of *Pisum sativum* L. cv. Frisson seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 58(1-3), 253-260.
 9. Peuke, A. D., & Rennenberg, H. (2005). Phytoremediation. *EMBO reports*, 6(6), 497-501.
 10. Lai, Y., Xu, B., He, L., Lin, M., Cao, L., Wu, Y., ... & He, S. (2012). Cadmium uptake by and translocation within rice (*Oryza sativa* L.) seedlings as affected by iron plaque and Fe₂O₃. *Pakistan J. Bot*, 44, 1557-1561.
 11. Meagher, R. B. (2000). Phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *Current opinion in plant biology*, 3(2), 153-162.
 12. McIntyre, T. (2003). Phytoremediation of heavy metals from soils. In *Phytoremediation* (pp. 97-123). Springer, Berlin, Heidelberg.
 13. Baker, A. J., & Walker, P. L. (1990). Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants. *Heavy metal tolerance in plants: evolutionary aspects*, 2, 155-165.
 14. Memon, A.R., Aktoprakligül, D., Özdemir, A., Vertii, A., Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants, *Turkish Journal of Botany*, 25, 111-121, (2001).
 15. Reeves, R. D. (2006). Hyperaccumulation of trace elements by plants. In *Phytoremediation of metal-contaminated soils* (pp. 25-52). Springer, Dordrecht.
 16. Reeves, R.D. and A.J.M. Baker., Metal-accumulating plants. In: *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*, Raskin, I. and B.D. Ensley (Eds.). Wiley, New York, pp: 193-229, (2000).
 17. Clemens, S. (2006). Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie*, 88(11), 1707-1719.
 18. Baumann, A. (1885). Das verhalten von zinksalzen gegen pflanzen und im boden. *Landwirtschaftliche Versuchsstation*, 31, 1-53.
 19. Baker, A. J. M., & Brooks, R. (1989). Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements. A review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery*, 1(2), 81-126.

20. Vázquez, M. D., Poschenrieder, C., Barcelo, J., Baker, A. J. M., Hatton, P., & Cope, G. H. (1994). Compartmentation of zinc in roots and leaves of the zinc hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* J & C Presl. *Botanica Acta*, 107(4), 243-250.
21. Tangahu, B. V., Abdullah, S., Rozaimah, S., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., & Mukhlisin, M. (2011). A review on heavy metals (As, Pb, and Hg) uptake by plants through phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*, 2011.
22. Muchuweti, M., Birkett, J. W., Chinyanga, E., Zvauya, R., Scrimshaw, M. D., & Lester, J. N. (2006). Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: implications for human health. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(1), 41-48.
23. Rattan, R. K., Datta, S. P., Chhonkar, P. K., Suribabu, K., & Singh, A. K. (2005). Long-term impact of irrigation with sewage effluents on heavy metal content in soils, crops and groundwater—a case study. *Agriculture, ecosystems & environment*, 109(3-4), 310-322.
24. Jantrania, A. R., & Gross, M. A. (2006). *Advanced onsite wastewater systems technologies*. CRC Press.
25. Pathak, C., Chopra, A. K., & Srivastava, S. (2013). Accumulation of heavy metals in *Spinacia oleracea* irrigated with paper mill effluent and sewage. *Environmental monitoring and assessment*, 185(9), 7343-7352.
26. Schröder, P., Navarro-Aviñó, J., Azaizeh, H., Goldhirsh, A. G., DiGregorio, S., Komives, T., ... & Ranalli, A. (2007). Using phytoremediation technologies to upgrade waste water treatment in Europe. *Environmental Science and Pollution Research-International*, 14(7), 490-497.