

Krzysztof Lejcuś, Henryk Orzeszyna, Andrzej Pawłowski, Daniel Garlikowski

WYKORZYSTANIE SUPERABSORBENTÓW W ZABEZPIECZENIACH PRZECIWIEROZYJNYCH

SUPERABSORBENT APPLICATION IN ANTI-EROSION SYSTEMS

Streszczenie

Superabsorbenty (SAP-y), są to luźno usieciowane polimery hydrofilowe, które mogą absorbować duże ilości wody. W glebie działają jako bufor wilgotności, ograniczając tzw. stres wodny u roślin. Stwierdzono jednak, iż proste wymieszanie gleby z superabsorbentem zmniejsza parametry wytrzymałościowe gleb. Aby zapobiec temu zjawisku opracowano geokompozyt sorbujący wodę. Ma on postać taśmy z geowłókniny wypełnionej superabsorbentem. Jego zastosowanie pozwala ograniczyć problem dostępności wody dla roślin, co zwiększa odporność erozyjną skarp.

Słowa kluczowe: superabsorbenty, retencja glebowa, erozja

Summary

Superabsorbents (SAP) are loosely crosslinked hydrophilic polymers can absorb a large amount of water. In a soil it works as moisture buffer limiting plant water stress. It has been observed mixing SAP with soil decrease its strength parameters. To prevent that phenomena a kind of geocomposite absorbing water was introduced. It is a flat tube made from geotextile, filled with superabsorbent. Application of the geocomposite limits a problem of water availability for plant, which increase slopes erosion resistance.

Key words: superabsorbents, soil water retention, erosion

SUPERABSORBENTY

Superabsorbenty (SAP-y), zwane też hydrożelami, są to luźno usieciowane polimery hydrofilowe, które mogą absorbować duże ilości wody [Junping i in., 2006]. W ostatnich dekadach są one szeroko stosowane w przemyśle materiałów higienicznych, w uprawach bezglebowych [Abd El-Rehim i in. 2004] i w medycynie [Wichterle, Lim 1960]. Superabsorbenty są także stosowane w rolnictwie. Służą poprawie właściwości gleb suchych i przepuszczalnych. Opracowano również rozwiązania służące poprawie własności i stabilizacji gleb pustynnych. W rozwiązaniach tych do strefy korzeniowej roślin wprowadza się granulki usieciowanego poliakryloamidu, ewentualnie z dodatkiem nawozów mineralnych i pestycydów. W literaturze opisywane są również próby zastosowania superabsorbentów do rekultywacji nieużytków [Bereś, Kołędkowska 1992].

Superabsorbenty działają w glebie jako bufor wilgotności, ograniczając tzw. stres wodny u roślin. Zatrzymując wodę zapobiegają jednocześnie wypłukiwaniu z gleby związków nawozowych i środków ochrony roślin. Woda absorbowana przez rośliny z superabsorbentów może być łatwo wykorzystana, ponieważ siły ssące korzeni są zwykle wyższe niż siły wiążące wodę przez superabsorbenty. Większość z nich może wykorzystać ponad 90% wody retencjonowanej w SAP-ie. W procesie wielokrotnego pęcznienia i skurczu spowodowanego pobieraniem wody przez rośliny superabsorbenty zmieniają strukturę gleb, przez co wpływają na jej spulchnianie. Istotną cechą superabsorbentów jest ich zdolność do poprawiania napowietrzenia gleby, dzięki czemu rośliny nie tylko nie cierpią na braki wody, ale także nie są zatapiane przy jej nadmiarze, a korzenie nie gniją z braku powietrza [Nowosielski 1996]. Niestety związki mineralne w znacznym stopniu ograniczają zdolność superabsorbentów do absorpcji wody. W konsekwencji dodanie nawozów do podłoża powoduje konieczność zwiększenia ilości sorbentów dla skompensowania spadku sorpcji [Górecki, Paul 1993].

Superabsorbenty wchłaniają wodę w zakresie pH 4–11. Przy pH 3 i niższym zdolność ta zmniejsza się znacząco, a przy wartości pH 1,5 superabsorbenty prawie jej nie wykazują. Wchłanianie wody przez hydrozele obniża się również ze wzrostem jej twardości. Przy około 180 mg CaCO₃ · l⁻¹ obserwuje się spadek tej wielkości prawie o połowę, jednakże do około 700 mg CaCO₃ · l⁻¹ wykazują jeszcze zdolność wchłaniania wody [Malisz, Kałędkowska 1994]. Najwyższą chłonność superabsorbenty wykazują w przypadku wody zdeminiaralizowanej [Hetman, Martyn, Szot, 1998]. Efektem działania hydrożeli może być przerwanie ciągłości mikroporów, co ma wpływ na ograniczenie parowania z gleby przy jednoczesnym zachowaniu jej porowatości [Helia i in. 1992]. Wpływa to pozytywnie na korzenie roślin zapobiegając procesom gnilnym, co ma szczególne znaczenie w przypadku gleb ciężkich [Fonteno, Bilderback 1993].

W uprawie roślinnej najczęściej stosowane są związki na bazie poliakryloamidu, poli(kwasu akrylowego) lub polimetakrylowego i ich pochodnych. Znacznie rzadziej stosuje się inne makrocząsteczki, jak np. usieciowany poli(alkohol winylowy) oraz chemicznie modyfikowane kopolimery na bazie celulozy lub skrobi. Wykorzystanie tych ostatnich jest jednak znacznie ograniczone z powodu ich szybkiej biodegradacji w glebie. Wśród superabsorbentów można wyróżnić dwie grupy polimerów: jonowe (kationowe, anionowe), np. usieciowane poli(kwas akrylowy) i niejonowe (np. poliakryloamid). Praktyczne zastosowania wśród polimerów jonowych, ze względu na wysokie koszty monomerów o charakterze kationowym, znalazły związki anionowe. Polimery niejonowe cechują się znacznie mniejszą chłonnością, ale jednocześnie są mniej wrażliwe na zawarte w wodzie jony. Stwierdzono, iż decydujący wpływ na konsystencję polimeru i jego zdolność do wchłaniania wody mają stopień usieciowania, stężenie i wzajemne proporcje monomerów [Bereś i in. 1996].

W stanie suchym polimery łańcuchowe tworzące superabsorbenty akrylowe mają postać zwężonych kłębków. Pod wpływem wody, obecne w łańcuchach polimeru grupy funkcyjne ulegają solwatacji i dysocjują. Kationy oddzielają się, a ujemne ładunki związane z łańcuchami polimeru odpychają się pod wpływem działania sił elektrostatycznych. Prowadzi to do rozluźnienia kłębka polimeru, przez co uzyskuje on możliwość wchłaniania cieczy aż do powstania żelu. Proces ten kończy się w momencie, gdy poszczególne łańcuchy polimeru tworzącego przestrzenną sieć ulegną maksymalnemu wydłużeniu [Bereś, Kaładkowska, 1992].

Polimery akrylowe są nieszkodliwe dla człowieka i zwierząt. Ulegają biodegradacji po kilkunastu latach. Poliakryloamid nie jest toksyczny – LD₅₀ wynosi 5000 mg/kg w dawce doustnej. Polimery oparte na kwasie akrylowym i jego solach nie zawierają akryloamidu. Kwas akrylowy i jego sole powstające w produkcji po polimeryzacji są nieszkodliwe dla ludzi, zwierząt i środowiska [Sroka, 2004]. Odnaczają się też odpornością na działanie mikroorganizmów i promieni ultrafioletowych [Hetman 1994].

W prowadzonych badaniach stwierdzono pozytywny wpływ zastosowania superabsorbentów na korzenie się, rozwój, przyrosty lub odporność na suszę warzyw [Jabłońska-Ceglarek, Cholewiński, 1998], traw [Sady, Domagała 1994], tytoniu [Kościk, Kowalczyk-Juśko 1998] i drzew.

Liczne badania nad określeniem dawek polimerów wprowadzanych do gleby nie dają jednoznacznych rezultatów pozwalających określić relacje między ilością polimeru a zmianą struktury gleby czy odpornością na erozję [De Boodt 1993].

Najprostszą metodą stosowania superabsorbentów w rolnictwie jest ich zmieszanie z glebą. W ten sposób są one stosowane w USA rocznie na 400 000 ha upraw. Ma to na celu ograniczenie erozji gleb spowodowanej intensywnym nawadnianiem [Lentz i in. 2002]. Stwierdzono jednak, iż taki sposób ich aplikacji zmniejsza parametry wytrzymałościowe gleb [Sojka i in. 1998]. Zmniejszają

one przepuszczalność gleby i w ekstremalnym przypadku, mogą uniemożliwić uprawę maszynową.

ZASTOSOWANIE SUPERABSORBENTÓW W ZABEZPIECZENIACH PRZECIWEROZYJNYCH

Superabsorbenty pęczniąc ograniczają porowatość gleby. Tworząc żel wypełniający pory gleby, znacząco zmniejszają wartości kąta tarcia wewnętrznego. Na skarpach i skłonach może doprowadzić to do osunięcia się warstwy gleby wymieszanej z superabsorbentem.

Ingerencja w naturalne właściwości gleby i pogorszenie ich właściwości na skutek mechanicznego wymieszania superabsorbentu z glebą oraz brak kontroli jego rozmieszczenia i możliwości późniejszego usunięcia, skłoniła autorów do stworzenia geokompozytu, który będzie pozbawiony wad aplikacji „rozproszony”. W podstawowej formie ma on postać taśmy wykonanej z geowłókniny wypełnionej odpowiednim superabsorbentem.

W zastosowaniach geotechnicznych, w przypadku istniejących skarp, na których występują problemy z utrzymaniem roślinności możliwe jest wprowadzenie takiego geokompozytu, którego aplikacja będzie stosunkowo prosta i nie będzie wymagała przebudowy całego ubezpieczenia. Dla nowozakładanych ubezpieczeń biotechnicznych możliwe jest użycie kilku wariantów geokompozytu. Jednym z nich jest zastosowanie geokompozytu w postaci kotwionych taśm. Takie rozwiązanie ogranicza problem dostępności wody dla roślin, przez co zwiększa się odporność erozyjna skarp. Geokompozyt wypełniony superabsorbentem może też być stosowany w postaci materacy o zróżnicowanych wymiarach. Takie rozwiązanie może być stosowane np. w konstrukcjach siatkowych (gabiony). Geokompozyt może być umieszczony wewnątrz gabionu lub bezpośrednio za nim. Istnieje również możliwość aplikacji geokompozytu w strefę korzeniową roślin, stabilizujących skarpy i zbocza a roślinność może korzystać z zapasów wody zgromadzonej w geokompozycie [Orzeszyna i in. 2004].

Wstępne badania wykazały, iż korzenie roślin swobodnie przerastają przez geowłókninę geokompozytu i mogą pobierać zgromadzoną w superabsorbencie wodę. Możliwość wykorzystania wody zgromadzonej w geokompozycie wpływa korzystnie na kondycję traw [Orzeszyna i in. 2006]. Badania porównawcze przeprowadzone na wałach przeciwpowodziowych Odry dowiodły skuteczności działania geokompozytu w warunkach polowych. Stan ubezpieczeń trawiastych, na których zainstalowano geokompozyt, po półtorarocznym okresie obserwacyjnym, był znacząco lepszy niż w przypadku wałów, na których nie był on założony [Orzeszyna i in. 2006a].

Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość zastosowania geokompozytu na składowiskach odpadów przemysłowych. W badaniach wykorzystano odpady poflotacyjne z przeróbki rud miedzi oraz popioły lotne pochodzące ze

spalania węgla kamiennego. Badano możliwość wzmocnienia warstwy humusu oraz gęstość korzeni traw przy instalacji geokompozytu na różnej głębokości. Sprawdzano wytrzymałość na ścinanie próbek humusu oraz odpadów z i bez zainstalowanego geokompozytu. Uzyskane wyniki wskazują, iż korzenie traw nie są w stanie przerosnąć warstwy odpadów poflotacyjnych. Jednakże zastosowanie geokompozytu pomiędzy odpadem a humusem, zwiększyło rozwój korzeni traw w warstwie humusu. Przełożyło się to na wzrost wytrzymałości na ścinanie warstwy przerosniętej korzeniami o blisko 200% w porównaniu z próbkami bez geokompozytu. W przypadku popiołów lotnych istnieje możliwość kształtowania rozkładu gęstości korzeni wraz z głębokością poprzez instalowanie geokompozytu na różnych głębokościach pod powierzchnią skarpy. Instalacja geokompozytu sorbującego wodę spowodowała wzrost gęstości masy korzeni traw nawet o 150% [Lejcuś i in. 2007].

WNIOSKI

1. Zastosowanie geokompozytów sorbujących wodę może poprawić stan roślinności stanowiącej element zabezpieczeń przeciwoerozyjnych. Zgromadzona w geokompozycie woda jest pobierana przez rośliny w czasie posuchy, co zwiększa odporność erozyjną skarp.

2. Stwierdzono wzrost gęstości korzeni traw oraz wytrzymałości na ścinanie warstwy gruntu, w której zastosowano geokompozyt.

BIBLIOGRAFIA

- Abd El-Rehim H. A., Hegazy E. A., Abd El-Mohdy H. L. *Radiation synthesis of hydrogels to enhance sandy soils water retention and increase plant performance*. Appl. Polym. Sci. 93, 2004, S. 1360–1371.
- Bereś J., Kaładkowska M. *Superabsorbenty*. Chemik 3. 1992, s. 61–65.
- Bereś J., Kaładkowska M., Malisz G. *Otrzymywanie i właściwości superabsorbentów*. Przemysł chemiczny 75/9, 1996, s. 333–335.
- De Boodt M. F. *Soil conditioning a modern procedure for restoring physical soil degradation*. Pedologie 43, 1993, s. 157–195.
- Fonteno W. C., Bilderback T. E. *Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 118(2). 1993, 217–222.
- Górecki, R., Paul, M. *Superabsorbent w rolnictwie*. Ogrodnictwo 4. 1993, s. 12–13.
- Helia A. M., El-Amir S., Shawky M. E. *Effects of Acryhope and Agnastore polymers on water regime and porosity in sandy soil*. Int. Agrophysics 6. 1992, s. 19–25.
- Hetman I. *Superabsorbent szansą na postęp w ogrodnictwie*. Hasło ogrodnicze 7. 1994, 27–28.
- Hetman J., Martyn W., Szot P. *Możliwość wykorzystania hydrożeli w produkcji ogrodniczej pod osłonami*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. 461. 1998, 31–45.
- Jabłońska-Ceglarek R., Cholewiński J. *Ocena wpływu dodatku superabsorbentów do podłoża z substratu torfowego na plonowanie i wartość biologiczną papryki odm. Sirono*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 461. 1998, s. 209–216.

- Junping Zhang, An Li, Ai Qin Wang. *Synthesis and characterization of multifunctional poly (acrylic acid-co-acrylamide) sodium humate superabsorbent composite*. Reactive & Functional Polymers. No 66, 2006, s. 747–756.
- Kościk B., Kowalczyk-Juśko A. *Zastosowanie żelu Aqua Terra jako dodatku do podłoża w uprawie tytoniu papierosowego jasnego*. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 461, 1998, 227–238.
- Lejcuś K., Orzeszyna H., Garlikowski D., Pawłowski A. *Geocomposite with superabsorbent in landfill recultivation and slope protection*. Environmental Engineering Proceedings of the 2nd National Congress on Environmental Engineering, 4–8 September 2005. Editors: Lucjan Pawłowski, Marzenna R. Dudzińska, Artur Pawłowski. Taylor and Francis. London 2007.
- Lentz R., Sojka R., Mackey B. *Fate and Efficacy of Polyacrylamide Applied in Furrow Irrigation: Full-Advance and Continuous Treatments*. J. Environ. Qual. 31, 2002, s. 661–670.
- Malisz G., Kałędowska M. *Krajowe superabsorbenty dla ogrodnictwa*. Hasło Ogrodnicze 9, 1994, s. 6–7.
- Nowosielski O. *Supersorbenty obniżają koszty*. Nowoczesne Rolnictwo, 4, 1996, s. 44–45.
- Orzeszyna H., Garlikowski P., Pawłowski A. *Geokompozyt z superabsorbentem w ubezpieczeniach biotechnicznych*. Materiały Budowlane, nr 8/2004, 2004, s. 40–42.
- Orzeszyna H., Garlikowski P., Pawłowski A. *Using geocomposite with superabsorbent synthetic polymers as a water retention elements in vegetative layers*. International Agrophysics. Vol 20, no. 3, 2006, s.201–206.
- Orzeszyna H., Garlikowski D., Pawłowski A., Lejcuś K. 2006a. *Wyniki stosowania gekompozytu magazynującego wody opadowe*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t 6, z 2(18), s. 271–279.
- Sady W., Domagała I. *Ekogel MI może być przydatny do zakładania trawników*. Ogrodnictwo 1, 1994, s. 26–29.
- Sojka R., Lentz R., Westermann D. *Water and erosion management with multiple applications of polyacrylamide in furrow irrigation*. Soil Science Society of America Journal. Vol. 62, issue 6, 1998, s. 1672–1680.
- Sroka P. *Polimery – lekarstwem na suszę*. Aura nr 11, 2004, s. 5–7.
- Wichterle O., Lim D. *Hydrophilic gels for biological use*. Nature 185, 1960, s. 117–118.

Dr Krzysztof Lejcuś
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Pl. Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław
lejcus@iis.ar.wroc.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Jerzy Kowalski