

Jolanta Dąbrowska, Krzysztof Lejcuś

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI SUPERABSORBENTÓW

CHARACTERISTICS OF SELECTED PROPERTIES OF SUPERABSORBENTS

Streszczenie

W pracy przedstawiono badania podstawowych właściwości wybranych superabsorbentów. Głównym celem było określenie realnej wielkości absorpcji. Jest to niezwykle istotne dla prawidłowego dobrania dawki superabsorbentu, która daje oczekiwany wzrost plonów i jednocześnie jest opłacalna. Określono wpływ uziarnienia, rodzaju superabsorbentu, temperatury oraz obecności jonów w wodzie na wielkość i przebieg procesu absorpcji celem uzupełnienia informacji, które podają producenci oraz autorzy prac naukowych. Szerokie spektrum zastosowania superabsorbentów powoduje, że nie ma dokładnych danych dotyczących i ich właściwości dla poszczególnych zastosowań.

Dla badanych absorbentów Aquasorb (3005 KS, KM i KL) uzyskano najlepsze efekty absorpcji dla uziarnienia średniego, a nie drobnego jak podaje producent, ze względu na tworzenie się grudek uniemożliwiających szybkie pęcznienie drobnych cząstek – część cząstek uwieczona wewnątrz grudki w ograniczony sposób brała udział w procesie absorpcji.

Badania przeprowadzone w wodzie demineralizowanej dla absorbentów o podobnym uziarnieniu, ale innym składzie chemicznym - Aquaterra i Aquasorb 3005 KM wykazały, że Aquaterra ma mniejszą zdolność absorpcji w porównaniu z Aquasorb 3005 KM. Uzyskane wartości są zgodne z informacjami podawanymi przez producentów.

Potwierdzono, że niektóre jony mogą znacznie redukować chłonność superabsorbentów. Badania przeprowadzono w 1% roztworze nawozu Florovit (wpływ jonów jednowartościowych) oraz w wodzie wodociągowej (wpływ jonów dwu i trójwartościowych). Wpływ temperatury na wielkość absorpcji jest zauważalny jedynie w początkowej fazie badania.

Badania przeprowadzono w ramach projektu „Geokompozyty sorbujące wodę innowacyjne technologie wspomagające vegetację roślin”, prowadzonego

w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Słowa kluczowe: superabsorbenty, absorpcja

Summary

This study presents the analysis of basic properties of selected superabsorbents. The main objective was to determine the real absorption level, which is crucial for the accurate selection of such dosage of superabsorbent that would result in expected increase in crops and would be cost efficient at the same time. The influence of grain size distribution, type of superabsorbent, temperature and the presence of ions in the water on the volume of absorption and the course of the absorption process were determined, in order to supplement the information provided by manufacturers and authors of scientific publications. Due to the wide range of applications of superabsorbents there are no accurate data on their properties for specific applications.

For the analyzed Aquasorb superabsorbents (3005 KS, KM and KL) the best absorption results were achieved for medium grain sizes, not for small grain sizes as stated by the manufacturer, due to the formation of clumps that prevented small particles to heave quickly – some of the particles trapped inside such clumps could participate in the absorption process only to a limited extent.

The tests conducted in demineralized water with superabsorbents of a similar grain size distribution but different chemical composition - Aquaterra and Aquasorb 3005 KM – showed that Aquaterra has a lower absorption capacity of approx. 250 g·g⁻¹ compared to approx. 370 g·g⁻¹ for Aquasorb 3005 KM. The obtained values conform to the values declared by manufacturers.

It was confirmed that some ions can significantly reduce the absorption capacity of superabsorbents. The authors conducted the analysis in a 1% solution of Florovit fertilizer (influence of monovalent ions) and in tap water (influence of bi- and trivalent ions). The influence of temperature on the absorption capacity is noticeable only in the initial phase of study.

The study was conducted as part of the project „Water sorbing geocomposites - innovative technologies supporting plants vegetation”, conducted within the Operational Programme Innovative Economy co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund.

Key words: superabsorbents, absorption

WPROWADZENIE

Superabsorbenty (SAP-y), zwane też hydrożelami czy agrożelami, są hydrofilowymi luźno usieciowanymi polimerami, które mogą absorbować duże ilości wody. Są szeroko stosowane w przemyśle materiałów higienicznych, w medycynie, rolnictwie, leśnictwie i inżynierii środowiska. W rolnictwie, leśnictwie i inżynierii środowiska służą poprawie właściwości wodnych gleb, głównie lekkich [Bosiacki 2009, Buchholz i Graham 1998, Czełusiński i in.

2006, Paluszek 2004, Paluszek i Żembrowski 2006, Sroka 2004, Szczupakowska 2005].

Obecnie stosowane superabsorbenty to głównie polimery jonowe (kationowe, anionowe), np. usieciowane poli(kwas akrylowy) i niejonowe (np. poliakryloamid), są one nietoksyczne i biodegradowalne [Buchholz i Graham 1998, Sroka 2004]. Superabsorbenty cechują się różną chłonnością. 1g może absorbować nawet do 1000 g wody demineralizowanej. W praktyce w inżynierii środowiska, rolnictwie i leśnictwie nie stosuje się absorbentów o chłonności większej niż $600 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$, ze względu na to, że są mało odporne mechanicznie.

W ostatnich latach coraz częściej obserwować można naturalne zjawiska ekstremalne – jednym z takich zjawisk są długotrwałe okresy suszy [Bartnik 2008, Mioduszeński 2001]. Rośliny przez dłuższy czas muszą więc korzystać z zasobów wody zgromadzonej w glebie, które są dość nieregularnie uzupełniane. Rośliny są dużo bardziej narażone na stres wodny na glebach lekkich o małej zdolności retencji, które w Polsce dominują. Aby zwiększyć przeżywalność i potencjał plonowania roślin na glebach lekkich należy im dostarczyć wodę. Wiąże się to z kosztami i nie zawsze jest technicznie możliwe [Bosiacki 2009]. Zastosowanie hydrożeli jako dodatku poprawiającego właściwości wodne gleb jest rozwiązaniem coraz szerzej stosowanym.

Korzystny wpływ hydrożeli wiąże się nie tylko ze zwiększeniem retencji wody w glebie, ale także pozytywnym wpływem na strukturę gleby oraz zatrzymywaniem składników nawozowych (ograniczenie migracji biogenów do wód) i powolnym oddawaniem ich roślinom [Bosiacki 2009, Sroka 2004]. W ostatnich latach prowadzone są prace nad wykorzystaniem superabsorbentów w inżynierii środowiska i rolnictwie w postaci geokompozytów sorbujących wodę takich jak wynalazek: element geokompozytowy, zwłaszcza do wspomagania wegetacji roślin, nr PL 211198 [www.geosap.up.wroc.pl].

Podstawowymi cechami superabsorbentów są: skład chemiczny, uziarnienie oraz wielkość absorpcji oznaczana zazwyczaj dla wody destylowanej lub demineralizowanej, dla zastosowań w medycynie w roztworze NaCl. Najważniejszą cechą wykorzystywaną w inżynierii środowiska, rolnictwie i leśnictwie jest wielkość i szybkość absorpcji. Wartości absorpcji określone w wodzie destylowanej mogą służyć jedynie porównaniu pomiędzy sobą chłonności superabsorbentów, natomiast na wielkość absorpcji zaaplikowanego do gleby żelu ma wpływ szereg czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych. Określenie charakterystycznej w danych warunkach wielkości absorpcji jest niezwykle istotne dla prawidłowego dobrania dawki superabsorbentu, która daje oczekiwaną wzrost plonów i jednocześnie jest opłacalna.

W pracy określono wpływ uziarnienia, rodzaju superabsorbentu, temperatury oraz obecności jonów w wodzie na wielkość i przebieg procesu absorpcji celem uzupełnienia informacji, które podają producenci oraz autorzy prac naukowych.

MATERIAŁY I METODY

Do badań użyto superabsorbentów AQUASORB™ (usieciowione poliakrylany potasu): Aquasorb 3005 KS (absorpcja według producenta w wodzie demineralizowanej $400 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$), Aquasorb 3005 KM ($350 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$), Aquasorb 3005 KL ($300 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$) oraz Aquaterra® (usieciowiony kopolimer akrylamidu z akrylanem potasu o absorpcji $180\text{-}300 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$) [Aquasorb™... 2012, AQUATERRA®... 2012]

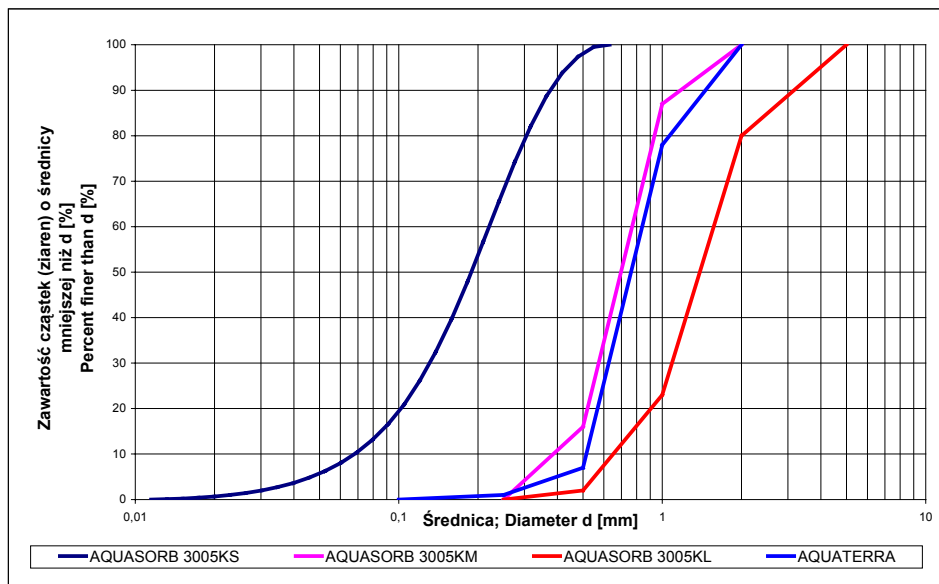
Analizę uziarnienia przeprowadzono metodą sitową zgodnie z normą [PN B 04481:1988], dla Aquaterra, Aquasorb 3005 KM, Aquasorb 3005 KL. Dla absorbentów Aquasorb 3005 KS, Aquasorb 3005 KM i Aquaterra, przeprowadzono analizę w granulometrze laserowym Mastersizer 2000 firmy Malvern Instruments LTD z przystawką SCIROCCO 2000. Pomiarów dokonano na sucho w areozolu, przy ciśnieniu 2 bary, przy mierzonym przedziale dla średnic cząstek od $0,020$ do $2000 \mu\text{m}$. Aparat wykonywał automatycznie 4 serie pomiarów, wyniki uśredniono. Nie można było zastosować jednolitej metodyki dla wszystkich absorbentów, ponieważ dla Aquasorb 3005 KS, ze względu na małe wymiary ziaren, wykluczono analizę sitową oraz ze względu na kontakt z wodą analizę areometryczną, natomiast Aquasorb 3005 KL zawiera ziarna większe od $2000 \mu\text{m}$, co wykluczało wykorzystanie granulometru. Uzyskano bardzo dobrą zgodność wyników badania uziarnienia przeprowadzonego 2 metodami określania uziarnienia dla Aquaterra i Aquasorb 3005 KM.

Badania absorpcji ze względu na brak jednolitej metodyki przeprowadzono wzorując się na pracach innych autorów [Omidian i in. 1998]. Próbkę (1 g) absorbentu umieszczano w 2 litrach wody (roztworu) na określony czas, a następnie filtrowano i ważono. Każda próba wykonywana była w 3 powtórzeniach, wyniki uśredniano. Badania, które nie dotyczyły zależności absorpcji od temperatury prowadzono w temperaturze 20°C .

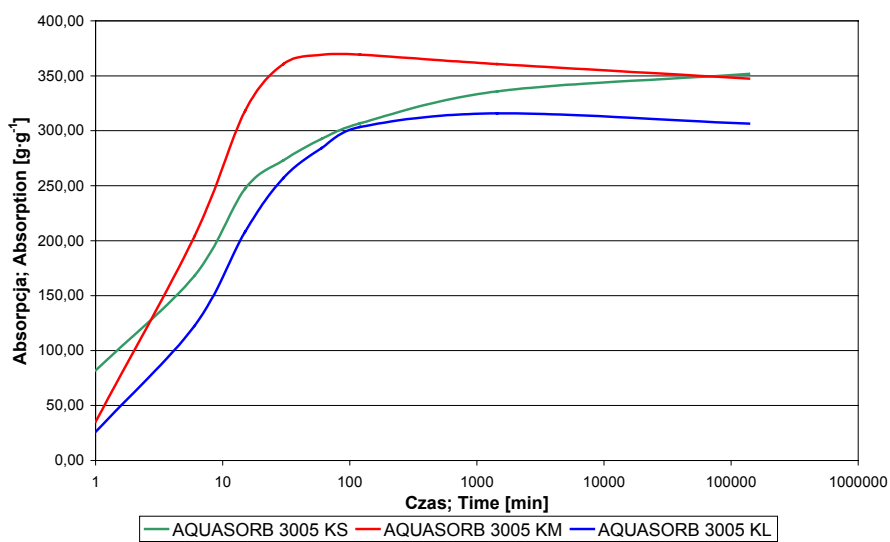
WYNIKI BADAŃ

Analiza uziarnienia wykazała, że badane superabsorbenty są pod tym względem zróżnicowane (rys. 1). Uziarnienie Aquasorb 3005 KS odpowiada piaskowi drobnemu, Aquasorb 3005 KM i Aquaterra piaskowi grubemu, natomiast Aquasorb 3005 KL odpowiada uziarnieniem pospółkom. Około 20% ziaren wykracza poza zakresy podane przez producentów.

Dla superabsorbentów Aquasorb określono wpływ uziarnienia na wielkość absorpcji w wodzie demineralizowanej oraz jej zależność od czasu, wyniki przedstawiono na rys. 2. Najszybciej najlepiej chłonił wodę Aquasorb 3005 KM. W porównaniu z danymi producenta uzyskano zdecydowanie inny przebieg procesu absorpcji dla Aquasorb 3005 KS. Producent podaje, że to uziarnienie najszybciej i najlepiej chłonie wodę demineralizowaną (20°C) [Aquasorb™... 2012].



Rysunek 1. Wykresy uziarnienia badanych absorbentów
Figure 1. Grain size distribution of the analyzed superabsorbents

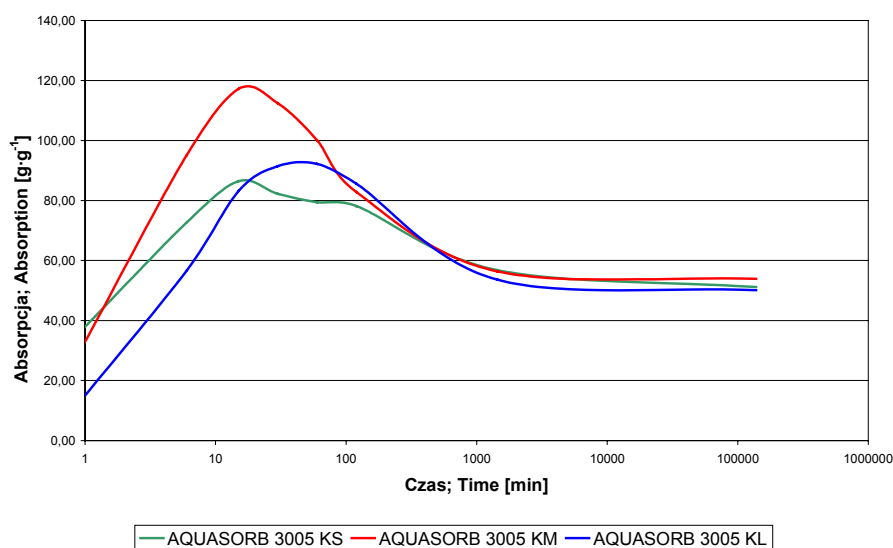


Rysunek 2. Absorpcja w wodzie demineralizowanej (20°C) - AQUASORB 3005 KS, KM I KL
Figure 2. Absorption in demineralized water (20°C) - AQUASORB 3005 KS, KM I KL

Wielkość i przebieg absorpcji są tu uzależnione od metody badania, w przypadku dodawania absorbentu do wody bez mieszania tworzą się grudki – część ziaren uwieczona w grudkach nie bierze na początku udziału w procesie pęcznienia. Sposób wykonywania badania wpływa na wyniki (rys. 2). Tendencję do tworzenia grudek należy uwzględnić podczas aplikacji absorbentów o podobnym uziarnieniu. Chłonność badanych absorbentów wahała się od 284,30 do 369,09 g·g⁻¹ po jednej godzinie, a po 24h od 315,87 do 335,84 g·g⁻¹. Najlepsze wyniki uzyskano dla uziarnienia średniego, najgorsze dla najgrubszego, wyniki przedstawiono na rys 2. Zgodnie z informacjami podawanymi przez producentów, superabsorbenty uzyskują chłonność w ciągu kilku godzin, w przypadku badanych próbek czas ten wahał się od kilku minut do doby.

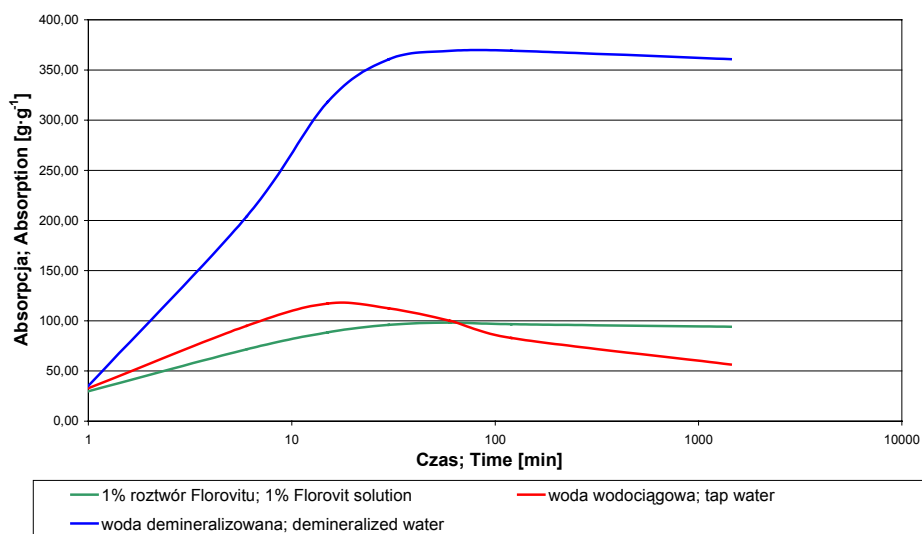
W literaturze można znaleźć informacje o wpływie jonów na wielkość absorpcji. Potas i amon (jony jednowartościowe) redukują chłonność o ponad 75%. Jony wapnia, magnezu i żelaza (dwi i trójwartościowe) mogą ograniczyć chłonność nawet o 90% [Bosiacki 2009, Sroka 2004].

W przypadku wody wodociągowej zauważono zdecydowany wpływ jonów dwu i trójwartościowych na wielkość absorpcji superabsorbentów Aquasorb. W porównaniu z 300-350 g·g⁻¹ dla wody demineralizowanej, w wodzie wodociągowej uzyskano ok. 55 g·g⁻¹ (redukcja chłonności o 84,3 %). Proces absorpcji przebiegał w dwóch etapach, początkowo masa prób wrastała, następnie wyraźnie zmniejszała się. Końcowe wyniki były wyrównane dla badanych absorbentów (rys. 3).



Rysunek 3. Absorpcja w wodzie wodociągowej (20°C) - AQUASORB 3005 KS, KM I KL
Figure 3. Absorption in tap water (20°C) - AQUASORB 3005 KS, KM I KL

Badania przeprowadzono także w 1% roztworze nawozu Florovit® (rys. 4). Wyniki dla AQUASORB 3005 KM przedstawiono na rys. 4. Jony jednowartościowe spowodowały zmniejszenie wielkości absorpcji z 350 do ok. $100\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (o 71,5%), nie zaobserwowano zmniejszania się masy próbek w czasie, jak w przypadku badania w wodzie wodociągowej. Badania potwierdziły, że niektóre jony mogą znacznie redukować chłonność superabsorbentów.

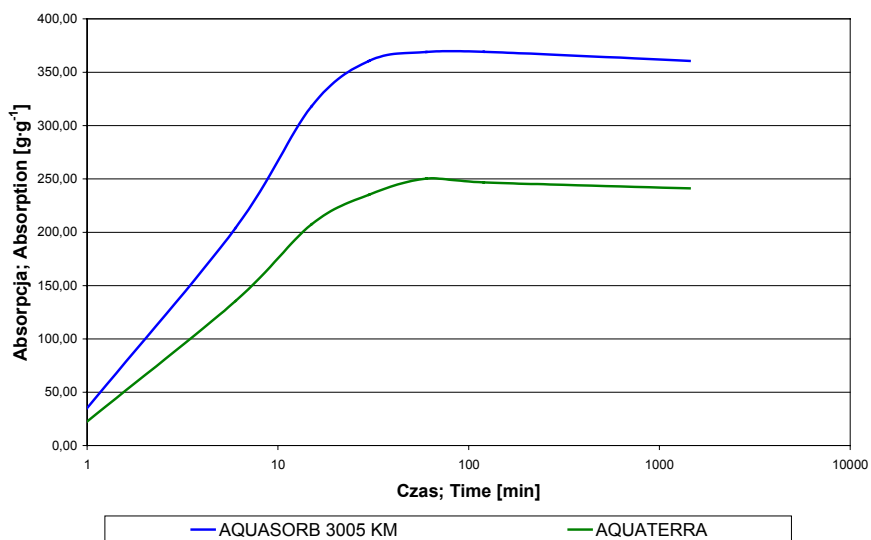


Rysunek 4. Absorpcja w wodzie demineralizowanej, wodociągowej i 1% roztworze Florovitu (20°C) - AQUASORB 3005 KM

Figure 4. Absorption in demineralized water, tap water and 1% solution of Florovit (20°C) - AQUASORB 3005 KM

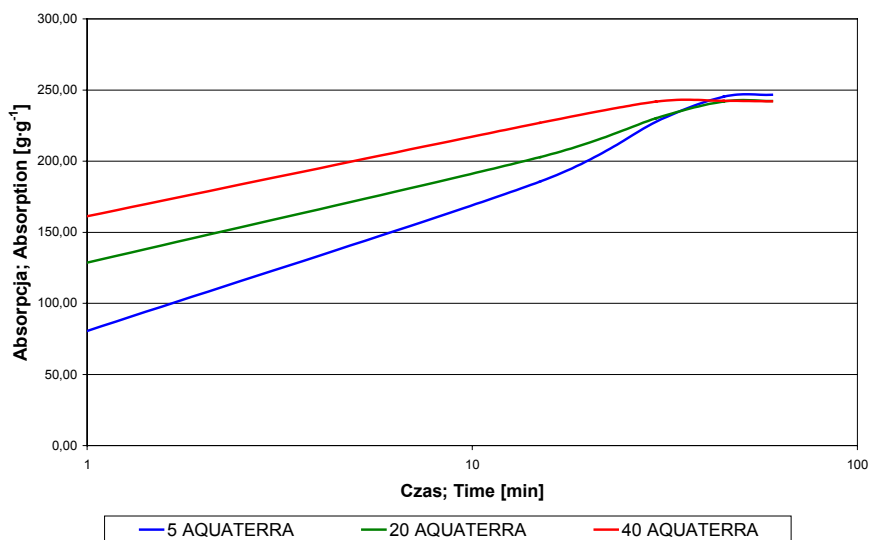
Wielkość absorpcji w wodzie demineralizowanej dla absorbentów o podobnym uziarnieniu, ale innym składzie chemicznym (Aquaterra i Aquasorb 3005 KM) pokazano na rys. 5. Aquaterra ma mniejszą zdolność absorpcji ok. $250\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w porównaniu z ok. $370\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ dla Aquasorb 3005 KM. Uzyskane wartości są zgodne z informacjami podawanymi przez producentów.

Zależność wielkości absorpcji od temperatury zbadano w wodzie demineralizowanej o temperaturze 5, 20 i 40 stopni dla absorbentu Aquaterra i Aquasorb 3005KM, wyniki dla Aquaterra pokazano na rys. 6. Widoczne są różnice w przebiegu procesu absorpcji jedynie w początkowej fazie badania do 60 minut, podobną zależność zaobserwowano dla Aquasorb 3005KM.



Rysunek 5. Adsorpcja w wodzie demineralizowanej (20°C) - AQUASORB 3005 KM i AQUATERRA

Figure 5. Adsorption in demineralized water (20°C) - AQUASORB 3005 KM i AQUATERRA



Rysunek 6. Adsorpcja w wodzie demineralizowanej o temperaturze: 5, 20 i 40°C - AQUATERRA

Figure 6. Adsorption in demineralized water at temperatures: 5, 20 and 40 C - AQUATERRA

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Szeroki wachlarz zastosowań absorbentów powoduje to, że brak jest szczegółowych informacji na temat ich aplikacji. W celu wykorzystania wszystkich zalet superabsorbentów, należy przed aplikacją przeprowadzić badania ich podstawowych właściwości – głównie chłonności w określonych warunkach glebowych.

1. Dla badanych absorbentów Aquasorb uzyskano najlepsze efekty absorpcji dla uziarnienia średniego, a nie drobnego ze względu na tworzenie się grudek uniemożliwiających szybkie pęcznienie drobnych cząstek – część cząstek uwieczona wewnątrz grudki w ograniczony sposób brała udział w procesie absorpcji. Pomiedzy 1h a 24h w wodzie demineralizowanej uzyskano najlepsze efekty absorpcji dla Aquasorb 3005 KM.

2. Badania przeprowadzone w wodzie demineralizowanej dla absorbentów o podobnym uziarnieniu ale innym składzie chemicznym - Aquaterra i Aquasorb 3005 KM wykazały, że Aquaterra ma mniejszą zdolność absorpcji w porównaniu z Aquasorb 3005 KM, uzyskane wyniki są zgodne z informacjami podawanymi przez producentów.

3. Wyniki badań przeprowadzonych w 1% roztworze nawozu Florovit oraz w wodzie wodociągowej potwierdzają, że niektóre jony mogą znacznie redukować chłonność superabsorbentów.

4. Wpływ temperatury na wielkość absorpcji jest zauważalny jedynie w początkowej fazie badania do 60 minut.

BIBLIOGRAFIA

- Bartnik Cz. *Wpływ hydrożelu na przeżywalność siewek i sadzonek sosny pospolitej w warunkach suszy*. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej, R. 10. Zeszyt 2(18), 2008, s. 329-338.
- Bosiacki M. *Hydrozele (superabsorbenty)*. Działkowiec 6/2009, s. 12.
- Buchholz F.L., Graham A.T. *Modern Superabsorbent Polymer Technology*. John Wiley&Sons, Inc, 1998, Canada, 279 ss.
- Czeluściński W., Jankowski K., Jankowska J., Ciepela G.A. *Wpływ AQUA-GEL P4 na liczbę źdźbeł oraz plon suchej masy korzeni wybranych mieszanek trawnikowych*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo LXXXVIII, nr 545, Wrocław 2006, s. 49-55.
- Mioduszewski W. *Powódzie i susze na obszarze Polski*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 3/2001, s. 115-119.
- Omidian H., Hashemi S.A., Sammes P.G., Meldrum I. *A model for the swelling of superabsorbent polymers*. Polymer, Vol. 39 No. 26, UK 1998, s. 6697-6704.
- Paluszek J. *Wpływ hydrożelu Viterra na właściwości gleb erodowanych*. Annales UMCS, Sec. E. vol 59, nr 1, Lublin 2004, s. 149-156.
- Paluszek J., Żembrowski W. *Wpływ polimeru żelowego Stockosorb na właściwości wodne i powietrzne erodowanych gleb pływych*. Acta Agrophysica 8(4), Lublin 2006, s. 903-913.

- PN B 04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu. Szczupakowska S. Superchłonne Polimery – (Superabsorbent Polymers –SAP), Plastic Review, 2005. <http://eplastics.pl/artykuly/plastics-review/2080/superchlonne-polimery-superabsorbent-polymers-sap-.html> (strona dostępna 19.04.2012).
- Sroka P. Polimery – lekarstwem na suszę. *Aura* 11/2004, s. 5-7.
- Aquasorb™ Water retainers for soil and substrates http://www.snf-group.com/IMG/pdf/Agriculture-AQUASORB_E.pdf (strona dostępna 19.04.2012).
- AQUATERRA® (karta charakterystyki) www.hydrogel.pl/dokumenty/aquaterra/AQUATERRA_karta_charakterystyki.pdf (strona dostępna 19.04.2012).
- www.geosap.up.wroc.pl (strona dostępna 19.04.2012).

Dr inż. Jolanta Dąbrowska
Dr Krzysztof Lejcuś
Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław
jolanta.dabrowska@up.wroc.pl
krzysztof.lejcus@up.wroc.pl