

HYDROFIZYCZNA CHARAKTERYSTYKA SUPERABSORBENTU HIDROPLUS

A. Słowińska-Jurkiewicz, M. Jaroszuć

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego AR
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
E-mail: annajur@consus.ar.lublin.pl

S t r e s z c z e n i e: Przeprowadzono badania pojemności i retencji wodnej superabsorbentu HIDROPLUS. Jest to syntetyczny polimer - akrylan sodu, o wielkości ziaren 1-3 mm. Żel nasycono wodą do pełnej pojemności wodnej, a po 24 godzinach pobrano próbki do cylindrów o objętości 100 cm³. Następnie przeprowadzono pomiary w komorach niskociśnieniowych na porowatych płytach ceramicznych, określając zawartość wody w żelu w zakresie potencjału od -0,98 do -49,03 kPa. Pomiary w zakresie niskich wartości potencjału wody prowadzono w komorach wysokociśnieniowych. Maksymalną higroskopijność żelu oznaczono w suszarce próżniowej. Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono charakterystykę potencjału wody wilgotności i obliczono retencję i udział różnych kategorii wody glebowej. Pełna pojemność wodna żelu jest bardzo duża. Najmniejszą część tej wody stanowi woda grawitacyjna, zaś największą woda adsorpcyjna niedostępna dla roślin. Retencja wody użytecznej jest niewiele mniejsza od retencji wody niedostępnej. W obrębie wody użytecznej nieco ponad połowę stanowi woda bardzo łatwo dostępna dla roślin. Większość właściwości wodnych badanego superabsorbentu należy ocenić jako korzystne, ale jednocześnie znaczna część wody jest w nim związana tak silnie, iż korzenie roślin nie mogą jej pobrać lub pobierają z trudem. W mieszankach żelu z innymi materiałami nasycony wodą żel jest najpierw źródłem wody dla roślin, a następnie, wysychając, stanowi dla nich konkurencję w pobieraniu wody.

S ł o w a k l u c z o w e: superabsorbenty, hydrożel HIDROPLUS, charakterystyka hydrofizyczna.

WSTĘP

Bardzo wiele materiałów, zarówno organicznych, jak i mineralnych, może być z powodzeniem wykorzystywanych jako podłoża ogrodnicze [8,10]. Szczególne miejsce wśród nich zajmują hydroabsorbujące polimery, określane w literaturze fachowej jako superabsorbenty [1,2], hydroabsorbenty [11,12] lub hydrozele [4-6].

Odnaczają się one bardzo dużą pojemnością wodną, stanowią więc znakomity rezerwuuar wody dla roślin [5].

Dotychczasowe badania wskazują, że superabsorbenty kształtują chemiczne i fizyczne właściwości gleby, które decydują o wzroście i plonowaniu roślin. Posiadają one dużą liczbę wewnętrznych wolnych miejsc, działają więc jako wymiennicze i mogą dostarczać roślinom znacznych ilości substancji pokarmowych. Napęczniałe granulki superabsorbentu, dzięki oblepianiu powierzchni korzeni, zwiększają ich powierzchnię zewnętrzną, co powoduje, że przepływ substancji pokarmowych do korzeni następuje szybciej, w sposób ciągły i z większego obszaru niż w glebie bez dodatku hydrożelu [11,12]

W produkcji superabsorbentów wykorzystuje się głównie pochodne kwasu akrylowego, a ponadto preparaty sporządzone z udziałem alkoholu poliwinylowego, politlenku etylenu, polimaleinianów i skrobi [1,2].

W ostatniej dekadzie w polskim piśmiennictwie naukowym ukazało się wiele prac poświęconych wpływowi dodatku hydrożeli na właściwości gleb i podłoży ogrodniczych oraz na rozwój i plonowanie uprawianych na nich roślin [4-6,9]. W podłożach z udziałem hydrożeli poprawie ulegają stosunki wodno-powietrzne, znacznie wzrasta pojemność wodna, w tym przede wszystkim ilość wody łatwo dostępnej dla roślin [5]. Brak jest jednak kompleksowej hydrofizycznej charakterystyki samych superabsorbentów, uwzględniającej ocenę zdolności tych materiałów do wiązania wody w całym zakresie potencjału, od pełnej pojemności wodnej do stanu powietrznie suchego. Określenie tylko pełnej pojemności wodnej, jako jedynej cechy charakteryzującej wodne właściwości żelu, jest oczywiście niewystarczające, gdyż nie informuje o dostępności zawartej w superabsorbencie wody dostępnej dla roślin.

W niniejszej pracy przedstawione zostaną wstępne wyniki badań pojemności i retencji wodnej jednego z dostępnych w handlu superabsorbentów hydrożelu HIDROPLUS, zalecanego jako komponent podłoży do upraw szklarniowych oraz polowych (warzywa, kwiaty, sady).

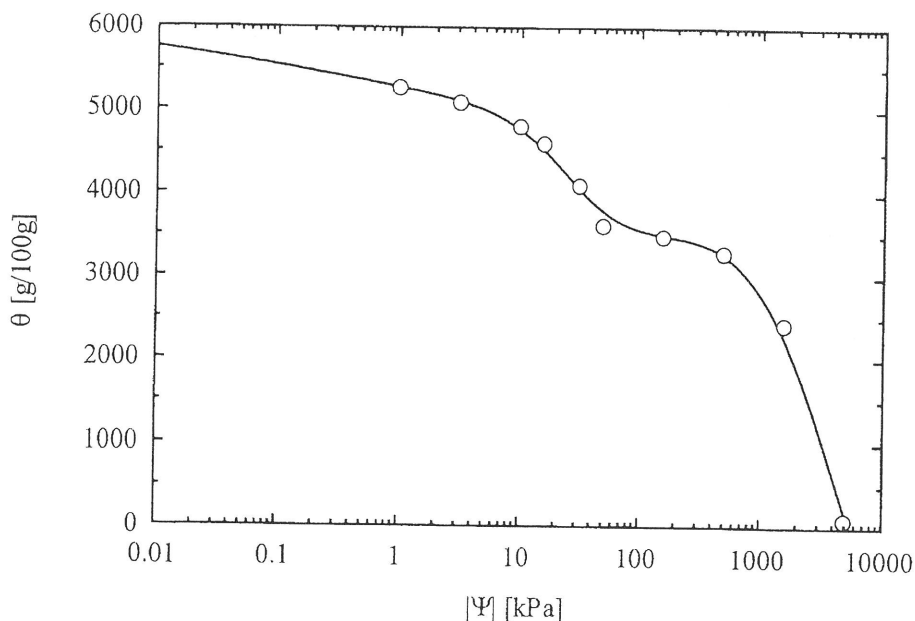
MATERIAŁ I METODY

Hydrożel o handlowej nazwie HIDROPLUS jest to syntetyczny polimer akrylan sodu, którego ziarna w stanie suchym mają wymiary 1-3 mm. Hydrożel HIDROPLUS jest środkiem ekologicznie czystym, całkowicie nietoksycznym dla ludzi, zwierząt i roślin, zatrzymuje również rozwój glonów w glebie, powodując lepszy wzrost roślin w związku z tym jest polecanym dodatkiem do podłoży ogrodniczych [7].

W celu przygotowania żelu do badania wodnych właściwości nasycono go wodą destylowaną do pełnej pojemności wodnej, a po 24 godzinach pobrano próbki do cylindrów o objętości 100 cm³. Następnie przeprowadzono serię pomiarów w komorach niskociśnieniowych na porowatych płytach ceramicznych, określając zawartość wody w żelu odpowiadającą potencjałowi: -0,98; -3,10; -9,81; -15,54; -0,99; -49,03 kPa.

Pomiary w zakresie niskich wartości potencjału wody (-155,4; -490,3; -1554 kPa) prowadzono w komorach wysokociśnieniowych, stosując jako membranę celofan. Maksymalną higroskopijność żelu, czyli zawartość wody odpowiadającą potencjałowi -4903 kPa, oznaczono w suszarce próżniowej nad 10% H₂SO₄. Wszystkie pomiary wykonano w 18 powtórzeniach. Zawartość wody w hydrożelu wyrażono w g/100 g żelu wysuszonego w suszarce w temperaturze 105 °C. Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono charakterystykę potencjał wody-wilgotność (Rys. 1). Wartości wybranych pojemności wodnych zamieszczona w tabeli 1. Ponadto obliczono retencję (Tab. 2 i 3) i udział różnych kategorii wody glebowej (Tab. 4 i 5).

Retencję wody grawitacyjnej obliczono jako różnicę między pełną pojemnością wodną (0,0 kPa) a połową pojemnością wodną (-9,81 kPa).



Rys. 1. Charakterystyka potencjał wody (ψ) - wilgotność (θ) hydrożelu HIDROPLUS.

Fig. 1. Water potential (ψ) - moisture (θ) characteristic of hydrogel HIDROPLUS.

Tabela 1. Wybrane pojemności wodne superabsorbentu HIDROPLUS (g/100g)**Table 1.** Selected water capacities of superabsorbent HIDROPLUS (g/100g)

Pełna pojemność wodna (0,0 kPa)	Polowa pojemność wodna (-9,81 kPa)	Wilgotność punktu trwałego wiednięcia roślin (-1554 kPa)
5472,8	4803,6	2428,7

Tabela 2. Retencja różnych kategorii wody (g/100g)**Table 2.** Retention of different categories of water (g/100g)

Retencja wody grawitacyjnej (od 0,0 do -9,81 kPa)	Retencja wody użytecznej (od -9,81 do -1554 kPa)	Retencja wody niedostępnej (poniżej -1554 kPa)
669,1	2374,9	2428,7

Tabela 3. Retencja różnych kategorii wody (g/100 g)**Table 3.** Retention of different categories of water (g/100g)

Retencja wody bardzo łatwo dostępnej dla roślin (od -9,81 do -68,6 kPa)	Retencja wody łatwo dostępnej dla roślin (od -68,6 do -155,4 kPa)	Retencja wody trudno dostępnej dla roślin (od -155,4 do -490,3 kPa)	Retencja wody bardzo trudno dostępnej dla roślin (od -490,3 do -1554 kPa)	Retencja wody produkcyjnej (od -9,81 do -490,3 kPa)
1223,6	92,3	195,1	863,9	1511,0

Tabela 4. Udział retencji różnych kategorii wody w retencji wody użytecznej (%)**Table 4.** Percentage of different categories of water in the available water retention (%)

Retencja wody bardzo łatwo dostępnej dla roślin (od -9,81 do -68,6 kPa)	Retencja wody łatwo dostępnej dla roślin (od -68,6 do -155,4 kPa)	Retencja wody trudno dostępnej dla roślin (od -155,4 do -490,3 kPa)	Retencja wody bardzo trudno dostępnej dla roślin (od -490,3 do -1554 kPa)	Retencja wody produkcyjnej (od -9,81 do -490,3 kPa)
51,5	3,9	8,2	36,4	63,6

Tabela 5. Udział retencji różnych kategorii wody w retencji wody produkcyjnej (%)**Table 5.** Percentage of different categories of water in the productive water retention (%)

Retencja wody bardzo łatwo dostępnej dla roślin (od -9,81 do -68,6 kPa)	Retencja wody łatwo dostępnej dla roślin (od -68,6 do -155,4 kPa)	Retencja wody trudno dostępnej dla roślin (od -155,4 do -490,3 kPa)
81,0	6,1	12,9

Retencję wody użytecznej dla roślin (dostępnej dla roślin) obliczono jako różnicę między połową pojemnością wodną (-9,81 kPa) a wilgotnością punktu trwałego wędnięcia roślin (-1554 kPa).

Retencję wody produkcyjnej obliczono jako różnicę między połową pojemnością wodną (-9,81 kPa) a wilgotnością punktu całkowitego zahamowania wzrostu roślin (-490,3 kPa).

Retencję wody bardzo łatwo dostępnej dla roślin obliczono jako różnicę między połową pojemnością wodną (-9,81 kPa) a wilgotnością punktu początku zahamowania wzrostu roślin (-68,6 kPa).

Retencję wody łatwo dostępnej dla roślin obliczono jako różnicę między wilgotnością punktu początku zahamowania wzrostu roślin (-68,6 kPa) a wilgotnością punktu silnego zahamowania wzrostu roślin (-155,4 kPa).

Retencję wody trudno dostępnej dla roślin obliczono jako różnicę między wilgotnością punktu silnego zahamowania wzrostu roślin (-155,4 kPa) a wilgotnością punktu całkowitego zahamowania wzrostu roślin (-490,3 kPa).

Retencja wody niedostępnej dla roślin jest równa wilgotności punktu trwałego wędnięcia (-1554 kPa).

Obliczono ponadto udział retencji wody grawitacyjnej, wody użytecznej i wody niedostępnej dla roślin w pełnej pojemności wodnej, udział retencji wody produkcyjnej, wody bardzo łatwo dostępnej, łatwo dostępnej, trudno dostępnej i bardzo trudno dostępnej dla roślin w retencji wody użytecznej oraz udział retencji wody bardzo łatwo dostępnej, łatwo dostępnej i trudno dostępnej dla roślin w retencji wody produkcyjnej.

WYNIKI I DYSKUSJA

Jak wynika z uzyskanych danych, pełna pojemność wodna superabsorbentu HIDROPLUS wynosi 5472,7 g/100 g. Najmniejszą część tej wody stanowi woda grawitacyjna (669,1 g/100 g), która w warunkach umożliwiających odpływ szybko opuszcza duże pory znajdujące się między napęczniałymi ziarnami hydrożelu. Miejsce odpływającej wody grawitacyjnej zajmuje powietrze. W sytuacji, gdy odpływ wody jest utrudniony, korzenie roślin mogą korzystać również i z tej kategorii wody, istnieje jednak wtedy niebezpieczeństwo braku powietrza.

Największą część pełnej pojemności wodnej stanowi woda adsorpcyjna niedostępna dla roślin. Badany hydrożel zawiera jej 2428,7 g/100 g. Stosując HIDROPLUS należy więc uwzględnić fakt, że aż 44,4% wody zawartej w całkowicie nasyconym żelu stanowi woda związana z siłą większą niż siła ssąca korzeni roślin.

Polowa pojemność wodna w warunkach swobodnego odpływu wody grawitacyjnej (-9,81 kPa) wynosi 4803,6 g/100 g. Retencja wody użytecznej, zawartej w przedziale potencjału od polowej pojemności wodnej (-9,81 kPa) do wilgotności punktu trwałego wędnięcia (-1554 kPa), jest równa 2374,9 g/100 g. Jest więc ona 3,5 raza większa od retencji wody grawitacyjnej, ale, wprawdzie nieznacznie, mniejsza od retencji wody niedostępnej dla roślin.

Suma wody bardzo łatwo dostępnej, łatwo dostępnej i trudno dostępnej dla roślin, czyli retencja wody produkcyjnej (od -9,81 do -490,3 kPa), a więc tej, którą rośliny mogą przeznaczyć na przyrost swej masy, wynosi 1511,0 g/100 g. Udział tej retencji w pełnej pojemności wodnej stanowi 27,6%, a w retencji wody użytecznej 63,6%.

Najcenniejsza kategoria wody to woda bardzo łatwo dostępna dla roślin (od -9,81 do -68,6 kPa). W hydrożelu HIDROPLUS jest jej aż 1223,6 g/100 g. Stanowi to nieco ponad połowę (51,5%) retencji wody użytecznej i 81,0% retencji wody produkcyjnej.

Następną pod względem ilościowym kategorię wody użytecznej tworzy woda bardzo trudno dostępna dla roślin (od -490,3 do -1554 kPa). Jest ona związana przez hydrożel z tak dużą siłą, że rośliny nie wykorzystują jej do wzrostu i rozwoju, lecz tylko do podtrzymywania procesów życiowych. W badanym superabsorbencie jest jej 863,9 g/100 g, co w odniesieniu do retencji wody użytecznej wynosi 36,4%.

Badany hydrożel może zretencionować znacznie mniej wody łatwo i trudno dostępnej dla roślin niż wody bardzo łatwo i bardzo trudno dostępnej. Retencja wody łatwo dostępnej dla roślin wynosi 92,3 g/100 g. Stanowi to tylko 3,9 % w odniesieniu do retencji wody użytecznej, a 6,1 % w odniesieniu do retencji wody produkcyjnej. Wody trudno dostępnej dla roślin żel ten zawiera około dwukrotnie więcej - 195,1 g/100 g. W stosunku do retencji wody użytecznej jest to 8,2 %, a do retencji wody produkcyjnej: 12,9%.

Podsumowując, można stwierdzić, że wodne właściwości żelu HIDROPLUS są korzystne. Pełna pojemność wodna zdecydowanie przekracza wartości tej cechy charakterystyczne dla gleb mineralnych, a także dla materiałów organicznych. Jednakże w porównaniu do innych superabsorbentów wielkość pełnej pojemności wodnej 5472,8 g/100 g należy ocenić jako średnią. Bereś i Kałędkowska [1] podają, że chłonność superabsorbentów wyrażona w g/100 g waha się od ponad tysiąca do kilkudziesięciu tysięcy, a Breś i Łuczak [3] uzyskali dla hydrożelu Alcosorb wartość pełnej pojemności wodnej w g/100 g równą 27094. Decydujące znaczenie ma tu charakter grup funkcyjnych i stopień usieciowania polimeru [1,2]. Należy więc rozszerzyć badania, włączając do nich również inne superabsorbenty, stosowane w różnych gałęziach gospodarki.

Niewątpliwie pozytywną cechą hydrożelu HIDROPLUS jest dominujący udział retencji wody bardzo łatwo dostępnej dla roślin w obrębie retencji wody użytecznej. Warto jednak zwrócić uwagę na fakt, że retencja wody adsorpcyjnej niedostępnej dla roślin przewyższa nieco retencję wody użytecznej. Duża jest także retencja wody bardzo trudno dostępnej dla roślin. Suma retencji kategorii wody, której rośliny nie mogą pobrać lub pobierają z wielkim trudem, wynosi aż 3292,6 g/100 g. Tak więc wilgotny żel nie oddaje roślinom bardzo silnie związanej wody, a przeciwnie wchłania wodę z otaczających stref, nawet o mniejszej wilgotności, lecz większym potencjale wody. W mieszankach żelu z innymi materiałami napęczniałe ziarna żelu są więc początkowo źródłem wody dla korzeni roślin, a w miarę wysychania zaczynają stanowić dla korzeni konkurencję w pobieraniu wody.

WNIOSKI

1. Superabsorbent HIDROPLUS charakteryzuje się, w porównaniu do tradycyjnych materiałów wykorzystywanych w produkcji roślinnej, bardzo wysoką pełną pojemnością wodną, a także dużą retencją wody użytecznej i bardzo łatwo dostępnej dla roślin.

2. Negatywną cechą badanego hydrożelu jest duża retencja wody niedostępnej dla roślin, przewyższająca nawet retencję wody użytecznej, a także znaczna retencja wody bardzo trudno dostępnej dla roślin.

3. Komponując podłoża, w których jednym ze składników jest hydrożel, powinno się zwracać uwagę na utrzymywanie w nich na tyle wysokiej wilgotności, aby nie dopuścić do konkurencji granulek żelu z korzeniami roślin w pobieraniu wody.

4. Prawidłowa ocena wodnych właściwości materiałów typu superabsorbentów przeznaczonych do stosowania w ogrodnictwie i rolnictwie może być dokonana tylko na podstawie pełnej charakterystyki potencjał wody - wilgotność.

PIŚMIENNICTWO

1. **Bereś J., Kałędowska M.:** Superabsorbenty. *Chemicz* 3, 59-61, 1992.
2. **Bereś J., Kałędowska M., Malisz G.:** Otrzymywanie i właściwości superabsorbentów. *Przemysł Chemiczny*, 75/9, 333-335, 1996.
3. **Bręś W., Łuczak P.:** Ocena właściwości hydrożelu Alscorb (AS 400) oraz badanie możliwości jego stosowania jako komponentu podłoża. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 461, 65-68, 1996.
4. **Hetman J., Martyn W.:** Oddziaływanie hydrożeli na właściwości wodne podłoża ogrodniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 429, 133-135, 1996.
5. **Hetman J., Martyn W., Szot P.:** Możliwość wykorzystania hydrożeli w produkcji ogrodniczej pod osłonami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 461, 31-45, 1998.
6. **Hetman J., Martyn W., Misztal M., Ligęza S.:** Wpływ hydrożeli na właściwości sorpcyjne podłoża szklarniowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 461, 137-141, 1996.

7. PROMEX. Sp. z o.o.: HIDROPLUS® Super ziemia. Ulotka informacyjna.
8. **Rumpel J.:** Tradycyjne i nowe substraty uprawowe oraz problematyka ich stosowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 461, 47-66, 1998.
9. **Szot P.:** Wpływ dodatków hydrożeli do podłoża na ukorzenianie i jakość sadzonek goździka szklarniowego odmiany Desio. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 461, 467-479, 1998.
10. **Turski R., Hetman J., Słowińska-Jurkiewicz A.:** Podłoża stosowane w ogrodnictwie szklarniowym. Roczn. Nauk Roln., Monografie, 180, 87, 1980.
11. **Wegener H.-R., Krämer A., Wegener O.:** Eignung verschiedener Methoden zur Bestimmung des Wassergehaltes und der Wasserspannung eines mit Hydroabsorbentien behandelten sandigen Bodens. Mat. Konf. Bodenschutz in einem vereinten Europa“ Wien, 1-9. September 2001.
12. **Wegener H.-R., Wegener O.:** Die Wirkung von Hydroabsorbentien auf Kenndaten des Bodenwasserhaushalts sandiger bis lehmiger Böden. Mat. Konf. Bodenschutz in einem vereinten Europa“ Wien, 1-9. September 2001.

HYDROPHYSICS CHARACTERISTICS OF THE SUPER ABSORBENT “HIDROPLUS”

A. Słowińska-Jurkiewicz, M. Jaroszuk

Institute of Soil Science and Environment Management
University of Agriculture, Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
E-mail: annajur@consus.ar.lublin.pl

S u m m a r y. The investigation was carried out concerning the capacity and water retention of the hydrogel “HIDROPLUS. This is a kind of synthetic polymeric compound, sodium acrylate, of grain dimension of 1-3 mm. The gel was saturated with water to reach the full water capacity, and after 24 hours, the samples were taken to be placed in cylindrical containers of 100 cm³. Then the measurements were carried out in low-pressure apparatus, on porous ceramic plates. The water content was determined in the gel samples (within the range of potential from -0,98 up to -49,03 kPa). The measurement was done at the low values of water potential, in high-pressure apparatus. The maximum gel hygroscopic properties value was determined in a vacuum dessicator. In virtue of the results received a characteristics was prepared, concerning the dependence of water content on water potential. Then the retention values were found and the contribution of various categories of soil water in it. Full water capacity of the gel is quite considerable. The minimum contribution of this water belongs to the gravitational water, the maximum to the adsorption water, unavailable for plants. As for the available water, a bit more than half of it, is the water very easy available for plants. Most of the water properties of the studied gel should be described as positive ones but, at the same time, a considerable part of its water is so strongly bound to it that the plant roots are unable to take it, or they hardly do so. In the mixture with the other materials, the gel saturated with water, is, at first, the source of water for plants. Then, as it gets dried, it becomes a kind of competitive material for them to get water.

K e y w o r d s : superabsorbents, hydrogel “HIDROPLUS, hydrophysics characteristics.