

**Katarzyna DZIEDZICZAK, Agnieszka KOSSOWSKA,
Bogusław KOWALSKI, Jan WOJTYSIAK**

Instytut Technologii Eksploatacji – PIB Zakład Technik Włókienniczych, Łódź

Stanisław KANISZEWSKI

Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka, Zakład Upraw i Nawożenia,
Skierniewice

WPŁYW ROZWŁÓKNIANIA NATURALNYCH MATERIAŁÓW WŁÓKNISTYCH NA POPRAWĘ WŁAŚCIWOŚCI WODNYCH SUBSTRATÓW UPRAWOWYCH I GLEBY

Słowa kluczowe

Naturalne materiały włókniste, podłoża bezglebowe, właściwości wodne gleby.

Streszczenie

Problem wykorzystania odpadów z surowców roślinnych zarówno pochodzenia przemysłowego, jak i rolniczego, nabiera coraz większego znaczenia, nie tylko ze względu na ochronę środowiska, ale również – i to w szczególności – ze względu na to, iż mogą być one wykorzystane (po odpowiednim przetworzeniu) do ekologicznej uprawy płodów rolnych jako cenny produkt uszlachetnienia gleby, w pełni odpowiadający wymaganiom UE [1]. Odpady pochodzenia roślinnego – szczególnie paździerz, słoma oraz trociny uznawane są za ekologiczne środki ulepszania gleby lub stosowane jako podłoża do bezglebowych upraw pod osłonami [2]. Materiały te, jak i zawarte w tkankach roślinnych inne składniki mineralne i organiczne, jak np. polisacharydy, stanowią doskonałe źródło związków organicznych humifikujących glebę. Wzrost zawartości substancji organicznej w glebie poprawia jej strukturę, zwiększa pojemność wodną,

odporność na erozję oraz ogranicza degradację fizyczną i chemiczną. W Zakładzie Techniki Włókienniczych Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB (ITeE – PIB) w Łodzi w ramach współpracy w projekcie badawczym prowadzonym przez Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach prowadzone są badania nad możliwością wykorzystania włóknistych, biodegradowalnych, odpowiednio przetworzonych surowców włóknistych o szczególnej przydatności do bezglebowej uprawy warzyw oraz jako organicznego nawozu ogrodniczego. Odpowiednio przetworzone naturalne materiały włókniste jako środki ulepszania właściwości gleby powinny charakteryzować się przede wszystkim wysoką zdolnością adsorpcji wody. Zwiększenie wilgotności gleby i nadanie jej większej zdolności retencyjnej nie tylko może przyspieszyć proces jej humifikacji, ale i dodatkowo wpłynąć na wzrost i rozwój roślin w cyklu uprawowym [3].

Wprowadzenie

Odpowiednie, mechaniczne przetworzenie włóknistych materiałów odpadowych pochodzenia naturalnego, bez zmiany ich składu chemicznego, pozwala nie tylko zachować ich cenne właściwości agrotechniczne, ale w zasadniczy sposób je polepszyć. Sprzyja temu włóknista struktura tkanki organicznej tych odpadów. Tę włóknistą strukturę zachowuje ona również, jeśli poddać ją odpowiedniemu rozdrobnieniu. Szczególnymi cechami tej postaci ww. surowców są:

- mała grubość (średnica) elementarnego włókna, rzędu $d = 1 \div 15 \mu\text{m}$,
- długość włókna wielokrotnie większa od grubości $l \gg d$,
- stosunkowo niewielka gęstość (ρ_f), nieznacznie różniąca się od gęstości wody
- ściśliwość włókien,
- skłonność zawiesiny włóknistej w cieczach do skupiania się,
- w wielu przypadkach skłonność utworzonych skupisk do filcowania się (względnie trwałej konsolidacji mechanicznej).

Ruch wody i rozpuszczonych w niej odżywczych dla roślin związków mineralnych w glebie odbywa się na zasadzie konwekcji, jak również na drodze dyfuzji. Dyfuzja zachodzi (w każdym stanie skupienia materii) powoli, a ponadto występuje w czystej formie rzadko, bowiem tak w gazie, jak i w cieczy trudno jest o zupełny bezruch. W glebie następuje ruch wody spowodowany grawitacją lub podsiąkiem kapilarnym i wraz z nią przenoszenie składników mineralnych na drodze mechanicznej, konwekcyjnej. Czysta dyfuzja w glebie występuje jedynie w warstwie przyściennej płynów otaczających substrat stały (składniki gleby mineralne i roślinne, ale także faunę glebową). Dyfuzję w obrębie fazy opisuje prawo Ficka [6]: ilość V przewodzonego substratu w nieskończone małym przedziale czasu dt jest proporcjonalna do powierzchni F prostopadłej do kierunku dyfuzji i do gradientu stężeń i czasu przepływu dC/ds tego substratu wzdłuż osi x :

$$\frac{dV}{d\tau} = -D \cdot F \frac{dC}{ds} \quad (1)$$

gdzie:

– D – współczynnik dyfuzji.

W przypadku ustalonego w czasie ruchu masy, równanie się upraszcza, da łatwo scałkować i przedstawić w jednostkach wagowych:

$$G = -\delta \cdot F \cdot \frac{1}{s} (C_2 - C_1) \quad (2)$$

gdzie:

δ – masowy współczynnik dyfuzji.

W rzeczywistości zagadnienie ruchu masy nie wygląda tak prosto w przypadku kilku rodzajów związków chemicznych (np. pożywek wieloskładnikowych używanych do nawożenia roślin) rozpuszczonych lub rozcieńczonych w wodzie, bowiem zależność współczynnika dyfuzji od temperatury nie jest liniowa, a wymianie masy towarzyszą reakcje chemiczne [2]. Jednak wyniki uzyskane z eksperymentu dadzą się w warunkach podobnych porównywać i wykorzystywać, szczególnie w eksploatacji podłoży ogrodniczych i środków ulepszenia gleby.

Podobnie złożona jest sprawa ustalenia powierzchni wymiany masy substancji włóknistej. Struktury włókniste pochodzenia roślinnego (bawełna, włókna łykowe, celuloza drzewna), są z natury rzeczy anizotropowe. Substancją szkieletową jest w nich celuloza o różnej długości łańcuchów cząsteczkowych ułożonych w pewnych obszarach równolegle, które są inkrustowane ligniną i skonsolidowane siłami międzycząsteczkowymi oraz polisacharydami. Mają one budowę micelną, a wewnętrzną powierzchnię bardzo rozwiniętą, rzędu $(2 \div 4,5) \cdot 10^6 \text{ cm}^2/\text{cm}^3$. Wewnątrz włókna ruch masy jest procesem dyfuzyjnym, który można rozpatrywać jako zachodzący w ciele jednorodnym, nie wnikając w jego strukturę. W przypadku włóknistej postaci ciała stałego długość włókna wielokrotnie przewyższa jego średnicę ($l \gg d$), a powierzchnię włókna w funkcji masy określa – z dobrym przybliżeniem – zależność [4]:

$$F = \frac{4m}{d \cdot p} = m \cdot K_A \quad (3)$$

Włóknista postać badanych surowców ma właściwość fizycznego pochłaniania znacznej ilości cieczy. Włókno nasycone wodą, po obcieknięciu wody pod wpływem sił grawitacji zatrzymuje masę wody kilkunastokrotnie przewyższającą masę włókna.

Taką właściwość ma np. również – choć nie w takim stopniu – badane przez Z. Wrocławskiego hydrofobowe włókno polipropylenowe o średnicy 0,1 mm, które w skupionym stanie pochłania wodę w ilości około 120% swojej masy (niepublikowane badania w COBRM Wł. Cenaro, Łódź 1998).

Tę właściwość włókno zachowuje również zanurzone w cieczy nie tylko wówczas, gdy ich gęstości są zbliżone, ale nawet wówczas, gdy gęstości właściwe włókna i cieczy różnią się. Istnieje dla różnych rodzajów włókien pewien – choć niezbyt ostro zaznaczony – graniczny stosunek ilości cieczy do masy włókna (moduł), poniżej którego zawieszona włóknista ma konsystencję w całej swojej masie względnie trwałą, „quasi-żelową”. Cała przestrzeń pomiędzy włóknami jest wypełniona cieczą. Z wnętrza takiego „quasi-żelu” pod wpływem grawitacji w początkowej fazie wypływa dość szybko ciecz, by po pewnym, niezbyt długim, czasie osiągnąć stan względnej równowagi, przy którym utraczona ciecz zastąpiona została powietrzem, a pozostała ciecz w warstwie przysiciennej otaczającej włókno, utrzymywana jest siłą lepkości i siłą oddziaływania międzycząsteczkowego. Ta względna równowaga pomiędzy przestrzenią zajęta przez powietrze i ciecz jest niezmiernie ważna w procesie odżywiania i wzrostu roślin. Występuje oczywiście to zjawisko w warunkach naturalnych w glebie i zmienia się w zależności od opadów atmosferycznych.

Poprzez wymuszony ruch cieczy można znacznie zmniejszyć grubość „s” warstwy przysiciennej otaczającej włókno (a więc przyspieszyć ruch masy), ale wydaje się, że istnieje pewna optymalna (dla różnych roślin różna), względna wielkość przestrzeni napowietrzonej, co wymaga również badań, lecz agrotechnicznych. Charakteryzuje tę wielkość zależność [4]:

$$\Psi_{pow} = V_{pow}/V = 1 - m_w/(\rho_w \cdot V) - (m/\rho)_{H_2O}/V \quad (4)$$

gdzie:

Ψ_{pow} – względna wielkość przestrzeni napowietrzonej,
 m_w i ρ_w – odpowiednio masa i gęstość włókna,
 $(m/\rho)_{H_2O}$ – iloczyn masy i gęstości wody,
 V – całkowita objętość przestrzeni zajmowanej przez włókno.

Względna wielkość przestrzeni między włóknami wpływa na opór przepływu cieczy przez warstwę włóknistą, a więc determinuje prędkość przepływu płynu względem substratu włóknistego. Ma to istotne znaczenie w przypadku uprawy roślin na podłożach, ponieważ zasilanie podłoża płynną pożywką ze

zmienną intensywnością w zależności od szybkości fotosyntezy (intensywności naświetlenia), nie powinno powodować pogorszenia warunków powietrzno-wodnych podłoża. Wyznaczenie optymalnego przedziału wartości napowietrzenia podłoża wymaga – ze względu na kryteria komfortu odżywiania roślin – systematycznych i permanentnych badań agrotechnicznych.

Natomiast przedmiotem tych badań jest doświadczalne poznanie wpływu rozwłóknienia na hydro- i aerofizyczne właściwości podłoża od rozwłóknienia tworzącego go substratu tak, żeby móc kształtować jego właściwości w zależności od przeznaczenia w sposób pożądaný. Porowatość włóknistego substratu jest zależna od stopnia rozwłóknienia, średnicy i długości włókienek, ich właściwości sprężystych i reologicznych, jak też nacisku („sprasowania”) wywieranego na powierzchnię włóknistego skupienia substratu, jego grubości, naporu przepływającego przez nią płynu, oraz siły grawitacji.

1. Metodyka badań

1.1. Rozwłóknianie materiału roślinnego

Dla celów agrotechnicznych istotne jest zwiększenie wewnętrznej powierzchni substratu. Proces rozwłókniania realizowany był w specjalnym agregacie na drodze przecierania, z użyciem sit o różnej średnicy. W ten sposób można kształtować hydrofilność rozwłóknionej masy. Rozwłóknianie badanych włóknistych substratów wykonano w stanie suchym. Jest on znacznie ekonomiczniejszy ze względu na mniejsze zużycie energii, bezwodność procesu i brak wydatkowania energii na suszenie rozwłóknionego produktu, oraz prostotę eksploatacji maszyn i instalacji. Pewna strata ligniny, która ze względu na swą kruchość jest tracona w postaci pyłu, nie mogła być zmierzona ze względu na budowę stanowiska rozwłókniającego, którego hermetyzowanie w tym stadium badań uznano za niecelowe. Oszacowano na podstawie wydzielonego pyłu, że strata jest w granicach $\pm 1\%$ masy pierwotnej.

Stopień rozwłókniania określano średnicą oczka sita sortującego, którą trwale związane z symbolem – wyróżnikiem próbki. Za miarę rozwłóknienia surowców przyjęto średnicę sitowego elementu rozwłóknarki wynoszącą odpowiednio: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm. Im mniejsza była średnica sita, tym surowiec bardziej rozdrobniony, czyli tym wyższy stopień jego rozwłóknienia [5].

1.2. Badanie hydrofizycznych właściwości materiału roślinnego

Analiza hydrofizycznych właściwości wybranych, włóknistych materiałów roślinnych obejmowała określenie takich cech jak ich zdolność do retencji wody w wyniku nawilżania lub podsiąku kapilarnego.

Nawilżanie rozwłóknionego surowca, czyli zdolność retencji wody mierzono po 15 minutach od chwili nasycenia próbki. Za miarę maksymalnej pojemno-

ści wodnej przyjęto stosunek masy zatrzymanej wody (m_w) do masy podłoża (m_p) obliczony wg wzoru:

$$MPW = \frac{m_w}{m_p} \cdot 100\% \quad (5)$$

gdzie:

MPW – maksymalna pojemność wodna [%],

m_p – masa podłoża nasyconego wodą [g],

m_w – masa wody [g].

Sposób przeprowadzenia pomiaru:

Sześciennej pojemnik (bez dna) o boku 5 cm (pojemności 125 cm³) umieszczano na perforowanej podkładce. Następnie pojemnik napełniano badanym surowcem, który uprzednio nasączało wodą w dużym nadmiarze (moduł ok. 20–30). Przy dużym nadmiarze wody surowiec dobrze i całkowicie wypełniał pojemnik, przy czym nadmiar wody odpływał z pojemnika przez ażurową podkładkę. Tak przygotowana próbka służyła zarówno do pomiaru pojemności wodnej w procesie nawilżania lub podsiąku kapilarnego. Po 15 minutach dokonano pomiaru masy nasyconego podłoża (m_p). Suchą masę próbki wyznaczano po jej wysuszeniu do stałej wagi [5].

Masę wody obliczano następująco:

$$m_w = m_p - s_m \quad (6)$$

gdzie:

m_w – masa wody [g],

m_p – masa podłoża nasyconego wodą [g],

s_m – sucha masa próbki [g].

Za miarę podsiąku kapilarnego, czyli zdolności transportowania wody w kierunku przeciwnym do siły grawitacji badanych materiałów włóknistych przyjęto ilość wchłoniętej wody na jednostkę objętości próbki [5].

Maksymalną pojemność kapilarną (MPK) obliczano ze wzoru:

$$MPK = \frac{m_w}{V_p} \cdot 100\% \quad (7)$$

gdzie:

m_w – masa wody [g],

V_p – objętość próbki [cm³].

Masę wody obliczano następująco:

$$m_w = m_k - s_m \quad (8)$$

gdzie:

s_m – sucha masa próbki [g]

m_k – masa próbki przy maksymalnym wchłonięciu wody [g].

Sposób wykonania pomiaru:

Próbkę podłoża wysuszoną do suchej masy umieszczano na ażurowej podkładce w kuwecie, którą napełniano wodą tak, aby jej powierzchnia była ok. 5 mm powyżej dolnej powierzchni próbki. Następnie w odpowiednich odstępach czasu (1, 2, 6, 24, 48 godzin itd.) dokonywano pomiarów masy próbki aż do uzyskania stałej wartości m_k .

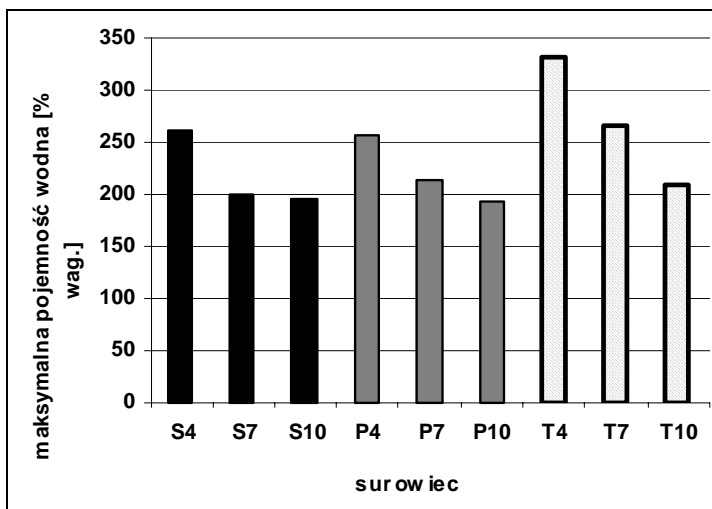
Wyniki przedstawiono na wykresach.

3. Wyniki badań

Przeprowadzone badania miały na celu określenie właściwości hydrofizycznych przetworzonych surowców, mających służyć jako podłoża uprawowe. Badania przebiegały na dwóch etapach. Pierwszy z nich miał na celu określenie wpływu stopnia rozwłóknienia surowca na jego właściwości hydrofizyczne (maksymalna pojemność wodna i podsiąk kapilarny). Dalszym etapem przeprowadzonych badań było porównanie właściwości hydrofizycznych wybranych, odpadowych, włóknistych surowców o optymalnie rozwiniętej powierzchni określonej na drodze doświadczalnej.

4. Badanie wpływu stopnia rozwłóknienia włóknistego materiału roślinnego na jego właściwości hydrofizyczne

Celem przeprowadzonych badań było określenie, jak stopień rozwłóknienia surowca wpływa na jego właściwości sorpcyjne. Badania właściwości hydrofizycznych (maksymalnej pojemności wodnej i podsiąku kapilarnego) przeprowadzono dla trzech wybranych, włóknistych materiałów roślinnych, tj.: słomy, paździerz i trocin z różnym stopniem rozwłóknienia. Wyniki tych analiz przedstawiono na rys. 1 i 2.



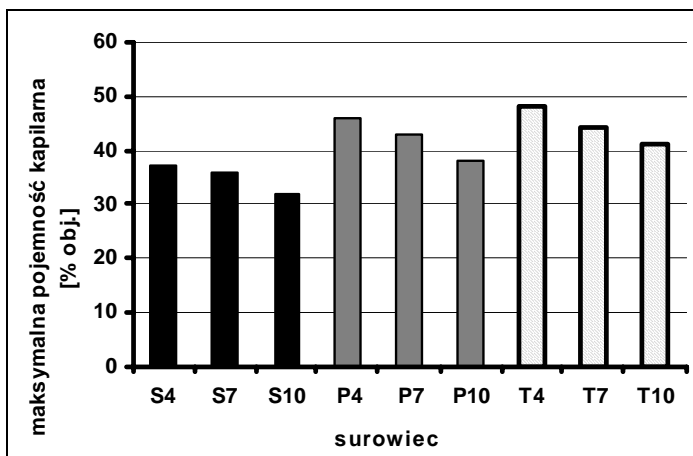
Rys. 1. Maksymalna pojemność wodna wybranych surowców włóknistych w zależności od stopnia ich rozwłóknienia

Oznaczenia:

S4, S7, S10 – słoma o stopniu rozwłóknienia: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm,

P4, P7, P10 – paździerz o stopniu rozwłóknienia: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm,

T4, T7, T10 – trociny o stopniu rozwłóknienia: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm.



Rys. 2. Maksymalna pojemność kapilarna wybranych surowców włóknistych w zależności od stopnia ich rozwłóknienia

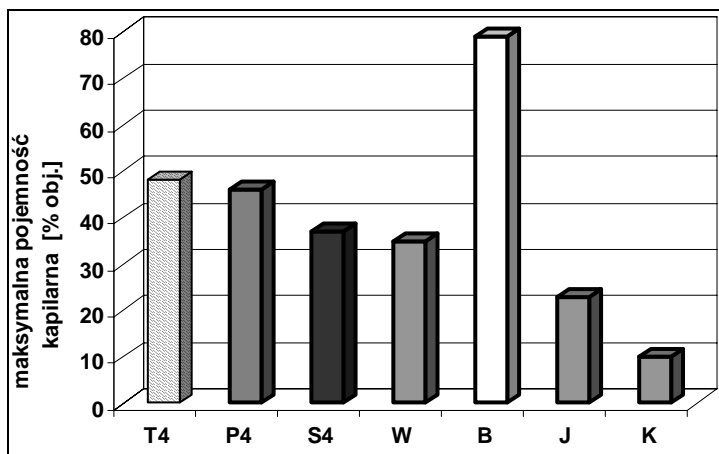
Oznaczenia:

S4, S7, S10 – słoma o stopniu rozwłóknienia: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm,

P4, P7, P10 – paździerz o stopniu rozwłóknienia: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm,

T4, T7, T10 – trociny o stopniu rozwłóknienia: $\emptyset 4$, $\emptyset 7$ i $\emptyset 10$ mm

Z przedstawionych na wykresach 1 i 2 rezultatów badań wynika, że im większe rozwłóknienie surowca, tym jego właściwości sorpcyjne wody są wyższe, dzięki bardziej rozwiniętej powierzchni. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, iż stopień rozwłóknienia surowców ma istotny wpływ na ich zdolność pochłaniania/zatrzymywania wody. Maksymalna pojemność wodna i pojemność kapilarna wszystkich badanych surowców rosła wraz ze wzrostem stopnia rozwłóknienia i była najwyższa w przypadku rozwłóknienia uzyskanego na sicie o średnicy 4 mm. Dalszym etapem badań było porównanie zdolności sorpcyjnych wody wybranych substratów. Do badań wykorzystano odpadowe, włókniste materiały roślinne: słomę, trociny i paździerz oraz wełnę, bawełnę, jutę i włókno kokosowe. Prowadzone badania pozwoliły zauważyć istotne różnice właściwości hydrofizycznych poszczególnych włóknistych materiałów roślinnych. Porównując badane materiały można stwierdzić, że spośród nich najlepszą adsorpcję wody posiada bawełna, którą można uznać za superabsorbent. W przypadku tego substratu maksymalna pojemność kapilarna wynosi blisko 80% obj. (rys. 3).



Rys. 3. Maksymalna pojemność kapilarna wybranych surowców włóknistych

Oznaczenia:

T4, P4, S4 – trociny, paździerz, słoma o stopniu rozwłóknienia: \varnothing 4 mm,

W – wełna,

B – bawełna,

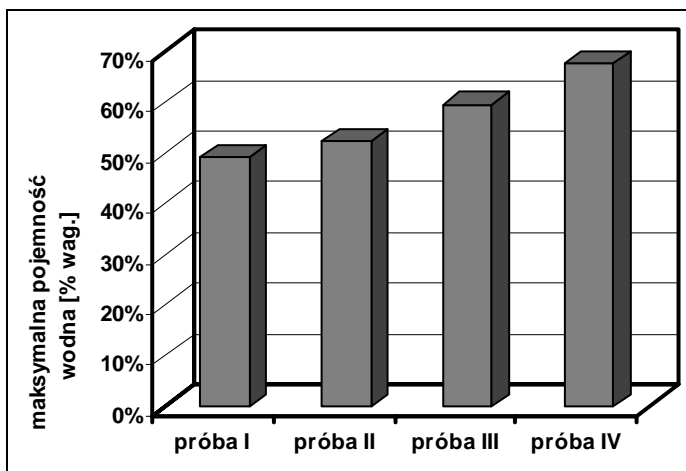
J – juta,

K – włókno kokosowe.

W celu sprawdzenia możliwości wykorzystania naturalnych surowców włóknistych jako środków polepszających potencjał wodny gleby przeprowadzono badania polegające na określeniu maksymalnej pojemności wodnej gleby

z różnym dodatkiem rozwłóknionego materiału roślinnego o stopniu rozwłóknienia $\varnothing 4$ mm.

Wyniki analiz zostały przedstawione na poniższym rys. 4.



Rys. 4. Maksymalna pojemność wodna z gleby z różnym dodatkiem materiału włóknistego

Oznaczenia

Próba I – ziemia bez dodatku materiału włóknistego (próba kontrolna),

Próba II – ziemia z 7,5% udziałem materiału włóknistego,

Próba III – ziemia z 15% udziałem materiału włóknistego,

Próba IV – ziemia z 30% udziałem materiału włóknistego.

Z uzyskanych rezultatów badań wynika, że dodatek do ziemi superabsorbentów w postaci rozwłóknionego materiału roślinnego znacząco zwiększa wilgotność gleby, a tym samym poprawiają się jej zdolności retencyjne. W przypadku 30% dodatku włóknistego surowca maksymalna pojemność wodna była najwyższa i wynosiła blisko 70% wag.

W przypadku próby kontrolnej maksymalna pojemność wodna kształtowała się na poziomie 47% wag.

5. Dyskusja wyników

Przeprowadzone badania potwierdziły, że możliwe jest kształtowanie hydrofilności włóknistych materiałów oraz wykorzystanie ich do poprawy właściwości wodnych podłoży uprawowych i gleby. Badanie wpływu stopnia rozwłóknienia surowca na jego właściwości hydrofizyczne wykazały, że włóknista postać substratu ma tym większą zdolność absorpcyjną wody im jest on bardziej rozwłókniony (rys. 1 i 2). Z przeprowadzonych analiz wynika, że optymalnym stopniem rozwłóknienia roślinnego materiału włóknistego – ze względu na kry-

terium agrotechniczne – jest uzyskane z użyciem sita o średnicy 4 mm. W przypadku wszystkich badanych materiałów zarówno maksymalna pojemność wodna jak i maksymalna pojemność kapilarna była najwyższa dla tego stopnia rozwłóknienia i wynosiła odpowiednio w przypadku maksymalnej pojemności wodnej 262% wag. dla słomy, 255% wag. dla paździerzy, oraz 333% wag. dla trocin. W przypadku podsiąku kapilarnego wartości dla poszczególnych badanych surowców kształtowały się następująco: 37% obj. dla słomy, 46% obj. dla paździerzy oraz 48% obj. dla trocin. Na podstawie uzyskanych rezultatów badań można stwierdzić, iż im większe rozwłóknienie surowca, tym jego właściwości sorpcyjne wody są lepsze dzięki optymalnie rozwiniętej powierzchni. Z porównania hydrofizycznych właściwości wybranych włóknistych surowców roślinnych wynika, że spośród badanych materiałów pochodzenia drzewnego najlepsze cechy sorpcyjne posiadają trociny, dla których badane wielkości: MPW i MPK były najwyższe. Można zatem stwierdzić, że surowiec roślinny, jakim są trociny poddane odpowiedniemu, mechanicznemu przetworzeniu (rozwłóknieniu), mogą stanowić cenny produkt ulepszający eksploatacyjne właściwości podłoża i gleby.

6. Wnioski

Przeprowadzone badania nad metodą zwiększania właściwości sorpcyjnych naturalnych odpadowych materiałów włóknistych potwierdziły możliwość wykorzystania tych surowców jako środków polepszających właściwości wodne substratów uprawowych i gleby. Materiały te mają właściwości superabsorbentów i dzięki temu mogą ograniczać straty wody i składników pokarmowych w glebie, zwiększać retencję wody w glebie oraz dodatnio wpłynąć na proces jej humifikacji. Opracowana metoda stwarza możliwość kształtowania właściwości hydrofizycznych włóknistych materiałów roślinnych w zależności od potrzeb środowiska glebowego. Ze względu na tę szczególną właściwość surowców włóknistych możliwe jest ich wykorzystanie jako pełnowartościowych biodegradowalnych podłoży do bezglebowych upraw warzyw, a także poużytkowe wykorzystanie tych podłoży jako nawozu ogrodniczego, stanowiącego bogate źródło związków organicznych humifikujących glebę oraz poprawiających jej właściwości hydrofizyczne.

Bibliografia

1. Decyzja UE z dnia 28 sierpnia 2001 r. ustalająca ekologiczne kryteria przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego środkiem ulepszenia gleby i podłożom uprawowym (notyfikowana jako dokument nr C(2001) 2597).

2. Hardgrave M., Harriman M.: Development of organic substrates for Hydroponic cucumber production. *Acta Hort.* 401, 1995, p. 219–224.
3. Kaniszewski S.: Nawadnianie warzyw polowych. Wydawnictwo Plantpress. Kraków 2005.
4. Kucharski A., Świętek J., Wrocławski Z.: Intensification of Mass Exchange in Physico-Chemical Processing of Fibrous Materials in a Liquid Medium. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* July / September 2003. Vol. 11. No. 3 (42).
5. Metodyka badań hydrofizycznych właściwości substratów włóknistych, ITeE – PIB – Zakład Technik Włókienniczych w Łodzi; opracowana do użytku wewnętrznego w ramach projektu badawczo-rozwojowego.
6. Zarzycki R.: Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiskowej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa, 2005, s. 211 – 231.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2007–2010 jako projekt badawczy rozwojowy.

Recenzent:
Wojciech AMBROZIAK

The influence of natural fibrous material defibering on the properties of cultivation substrate and soil.

Key-words

Natural fibrous material; subsoil; water properties of soil.

Summary

Nowadays, utilising plant wastes is becoming a more and more important issue. Having them properly transformed, they may be used as subsoil or ground supplement. They contain mineral and organic compounds, e.g. polysaccharide. The Research Institute of Vegetable Crops in cooperation with Institute for Sustainable Technologies, Textile Technologies Department, have conducted research with fibrous materials. Processed awn, straw and sawdust are used as substrate to grow vegetables or as natural fertiliser. High adsorption of water is expected to be its most significant advantage. Such subsoil, with high humidity, may have a good influence on vegetables growth and accelerate the humification process.