

## WPLYW POLIMERU ŻELOWEGO STOCKOSORB NA WŁAŚCIWOŚCI WODNE I POWIETRZNE ERODOWANYCH GLEB PŁOWYCH

*Jan Paluszek, Wojciech Żembrowski*

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Akademia Rolnicza  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin  
e-mail: jan.paluszek@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** W polowym doświadczeniu badano bezpośredni wpływ dwóch dawek polimeru żelowego Stockosorb ( $0,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  i  $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na właściwości wodne i powietrzne gleb płowych wytworzonych z lessu podlegających erozji wodnej. Badania prowadzono na glebie słabo i silnie zerodowanej. Stockosorb jest usieciowanym kopolimerem poliakryloamidu i poliakrylanu potasu. Badania wykazały, że zastosowane dawki polimeru istotnie zmniejszyły gęstość oraz istotnie zwiększyły pełną pojemność wodną, przewodnictwo wodne nasycone, porowatość ogólną i przepuszczalność powietrzną w powierzchniowej warstwie badanych gleb. Bardziej korzystna była dawka  $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  hydrożelu, która zwiększyła istotnie również wilgotność aktualną gleb, ich połowę pojemność wodną i retencję wody użytecznej dla roślin.

**Słowa kluczowe:** gleby płowe, gleby zerodowane, Stockosorb, właściwości wodne, właściwości powietrzne

### WSTĘP

Gleby zdegradowane w wyniku przyspieszonej powierzchniowej erozji wodnej charakteryzują się skróceniem pedonów, zmniejszeniem zawartości materii organicznej, zwiększeniem udziału brył w rozkładzie agregatowym, zmniejszeniem wodoodporności agregatów, zmniejszeniem retencji wody użytecznej dla roślin i pojemności powietrznej [9,10,15,16]. Gleby zerodowane ulegają powierzchniowemu zaskorupieniu i dalszej erozji wodnej w czasie intensywnych spływów, a rośliny na nich uprawiane wydają niższy plon [13,14]. Jako gleby potencjalnie zasobne w składniki pokarmowe dla roślin wymagają przywrócenia trwałej struktury agregatowej oraz polepszenia właściwości wodno-powietrznych [5,12]. Jednym ze sposobów ulepszenia gleb zerodowanych może być zastosowanie syntetycznych polimerów żelowych, odpornych na rozkład mikrobiologiczny

[6,17]. Hydrożele są wielkocząsteczkowymi, usieciowanymi kopolimerami, których wysuszone, szczelnie zwinięte kłębki mają postać krystalicznego proszku lub granulatu, natomiast po zwilżeniu znacznie powiększają swą objętość i przyjmują postać żelu [1,3,4,19,20].

Celem pracy była ocena zmian właściwości wodnych i powietrznych w powierzchniowej warstwie poziomu Ap gleb płowych wytworzonych z lessu, w różnym stopniu zerodowanych, wzbogaconych małymi dawkami polimeru żelowego Stockosorb.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w 2005 r. w gospodarstwie indywidualnym w Bogucinie na Płaskowyżu Nałęczowskim, na glebie płowej słabo zerodowanej o sekwencji poziomów Ap-B1t-B2t-BC-Cca i na glebie płowej silnie zerodowanej o profilu Ap-BC-Cca. Rośliną uprawną była pszenica jara (Nawra) wysiana na stanowisku po buraku cukrowym. Uprawy obejmowały: głęboką orkę zimową oraz kultywowanie i bronowanie wiosną. Nawożenie mineralne gleb na 1 ha wynosiło: 40 kg N, 23 kg P i 75 kg K.

Po siewie pszenicy jarej, w drugiej dekadzie kwietnia 2005 r., na badanych glebach wytyczono 6 poletek o powierzchni 9 m<sup>2</sup> każde, w tym dwa poletka kontrolne. Stockosorb zastosowano jako dodatkowy zabieg agrotechniczny. Wysiano go w dawkach 0,5 g·kg<sup>-1</sup> i 1 g·kg<sup>-1</sup> w stosunku do masy suchej gleby w warstwie 0-5 cm i wymieszano z glebą do głębokości 5 cm. Stockosorb (produkowany przez Stockhausen GmbH w Krefeld, Niemcy) stanowi kopolimer poliakrylamidu i poliakrylanu potasu o zdolności adsorpcji wody 300 cm<sup>3</sup>·g<sup>-1</sup>. Tworzy białe drobnokrystaliczne ziarna o średnicy 0,25-0,5 mm, jest nietoksyczny i bezpieczny dla środowiska [8,19].

Próbki glebowe o zachowanej budowie pobrano (w czterech powtórzeniach) do metalowych cylinderek o objętości 100 cm<sup>3</sup> w czerwcu i sierpniu 2005 r. z warstwy 0-5 cm poziomu Ap.

Gęstość fazy stałej (Mg·m<sup>-3</sup>) oznaczono metodą piknometryczną. Gęstość gleby (Mg·m<sup>-3</sup>) obliczono ze stosunku masy gleby wysuszonej w 105°C do jej objętości. Wilgotność aktualną gleb – w czasie pobierania próbek (kg·kg<sup>-1</sup>) mierzono metodą suszarkowo-wagową. Pojemność wodną w zakresie potencjału wody glebowej od –0,1 kPa do –1554 kPa (kg·kg<sup>-1</sup>) oznaczono w komorach ciśnieniowych, na porowatych płytach ceramicznych produkcji Eijkelkamp i Soil Moisture Equipment Company [21]. Retencję wody użytecznej dla roślin (w przedziale od –15,5 do –1554 kPa) obliczono jako różnicę odpowiadających potencjałowi wartości pojemności wodnej. Przewodnictwo wodne nasycone oznaczono za pomocą aparatu Wita produkcji Eijkelkamp, obliczając współczynnik filtracji wody w metrach na dobę (m·d<sup>-1</sup>). Po-

rowatość ogólną ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) obliczono na podstawie wartości gęstości fazy stałej i gęstości gleby. Ilość porów glebowych o średnicy  $>20 \mu\text{m}$ ,  $0,2-20 \mu\text{m}$  i  $<0,2 \mu\text{m}$  obliczono na podstawie wartości pojemności wodnej, wyrażonych w  $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ . Przepuszczalność powietrzną gleb ( $10^{-8} \text{m}^2 \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ) mierzono za pomocą aparatu LPiR do badania przepuszczalności powietrznej mas formierskich, wyprodukowanego przez Instytut Odlewnictwa w Krakowie. Ponadto oznaczono skład granulometryczny gleb metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, z oddzieleniem frakcji piasku  $0,1-1 \text{mm}$  na sicie o średnicy oczek  $0,1 \text{mm}$ , zawartość węgla organicznego metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa i odczyn gleby w  $1 \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  KCl metodą potencjometryczną, stosując elektrodę zespoloną.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie wariancji dla klasyfikacji potrójnej w układzie całkowicie losowym. Istotność obliczonych różnic weryfikowano testem Tukey'a.

#### WYNIKI BADAŃ

Badane gleby pod względem uziarnienia stanowiły pył ilasty, zawierając 38-40% cząstek o wymiarach  $<0,02 \text{mm}$ , w tym 13-17% cząstek o średnicy  $<0,002 \text{mm}$ . Zawartość węgla organicznego w poziomach Ap wahała się od  $8,0$  do  $9,2 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , a ich odczyn był słabo kwaśny lub kwaśny (tab. 1).

**Tabela 1.** Podstawowe właściwości poziomów Ap badanych gleb

**Table 1.** Basic properties of Ap horizon of the investigated soils

Gleba Soil	Rozkład granulometryczny (średnica w mm)				C org. ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	pH KCl pH in KCl	Gęstość stałej fazy Particle density ( $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )
	Grain size distribution of dia in mm (%)						
	1-0,1	0,1-0,02	$<0,02$	$<0,002$			
Słabo zerodowana Slightly eroded	0,7	58,3	41	14	9,2	5,4	2,64
Silnie zerodowana Severely eroded	0,4	57,6	42	17	8,0	5,8	2,65

Gęstość gleby w warstwie 0-5 cm poziomów Ap pod wpływem dawek Stoccosorbu zmniejszyła się istotnie (średnio o  $0,07 \text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$  i o  $0,15 \text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) w porównaniu do gęstości gleby w obiektach kontrolnych (tab. 2). Wilgotność aktualna gleb podczas pobierania próbek zwiększyła się istotnie tylko pod wpływem dawki hydrożelu  $1 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  – średnio o  $0,017 \text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Pełna pojemność wodna gleb (przy potencjale wody glebowej  $-0,1 \text{kPa}$ ) zwiększyła się istotnie w wyniku wprowadzenia obu dawek hydrożelu – średnio

o 0,039 kg·kg<sup>-1</sup> i o 0,098 kg·kg<sup>-1</sup>. Połowa pojemność wodna (przy potencjale – 15,5 kPa) tylko na obiektach z dawką 1 g·kg<sup>-1</sup> Stockosorbu była istotnie większa (średnio o 0,016 kg·kg<sup>-1</sup>) w porównaniu z glebami poletek kontrolnych (tab. 2). Obydwie dawki hydrożelu zwiększyły również nieznacznie wartości wilgotności silnego hamowania wzrostu roślin (przy potencjale wody glebowej –155,4 kPa) o 0,002-0,005 kg·kg<sup>-1</sup> oraz trwałego wędnięcia roślin (przy –155,4 kPa) o 0,007-0,009 kg·kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 2.** Gęstość objętościowa i pojemność wodna poziomów Ap gleb  
**Table 2.** Bulk density and water capacity of Ap horizons of soils

Gleba Soil (G)	Miesiąc Month (M)	Dawka Stockosorbu Dose of Stockosorb (g·kg <sup>-1</sup> ) (D)	Gęstość Bulk density (Mg·m <sup>-3</sup> )	Wilgotność aktualna Actual moisture (kg·kg <sup>-1</sup> )	Zawartość wody Water content (kg·kg <sup>-1</sup> )			
					–0,1 kPa	–15,5 kPa	–155,4 kPa	–1554 kPa
Słabo zerodowana Slightly eroded	VI	0	1,32	0,190	0,380	0,277	0,119	0,066
		0,5	1,26	0,194	0,415	0,277	0,123	0,074
		1	1,22	0,195	0,444	0,298	0,125	0,075
	VIII	0	1,29	0,136	0,399	0,290	0,119	0,066
		0,5	1,23	0,169	0,434	0,297	0,123	0,074
		1	1,18	0,148	0,472	0,297	0,125	0,075
	średnia mean	0	1,30	0,163	0,390	0,284	0,119	0,066
		0,5	1,25	0,181	0,425	0,287	0,123	0,074
		1	1,20	0,172	0,458	0,297	0,125	0,075
Silnie zerodowana Severely eroded	VI	0	1,35	0,186	0,366	0,250	0,123	0,069
		0,5	1,26	0,165	0,414	0,260	0,123	0,071
		1	1,14	0,204	0,499	0,274	0,127	0,075
	VIII	0	1,37	0,129	0,355	0,262	0,123	0,069
		0,5	1,30	0,132	0,393	0,268	0,123	0,071
		1	1,17	0,160	0,479	0,274	0,127	0,075
	średnia mean	0	1,36	0,157	0,360	0,270	0,123	0,069
		0,5	1,28	0,148	0,404	0,281	0,123	0,071
		1	1,16	0,182	0,489	0,293	0,127	0,075
Średnia dla dwu gleb Two soil mean	0	1,33	0,160	0,375	0,270	0,121	0,068	
	0,5	1,26	0,165	0,414	0,275	0,123	0,073	
	1	1,18	0,177	0,473	0,285	0,126	0,075	
NIR – LSD (α = 0,05):	dla dawek – for doses D		0,03	0,006	0,023	0,008	r. n.	r. n.
	interakcja – interaction D·G		0,05	0,008	0,033	0,012	r. n.	r. n.
	interakcja – interaction D·G·M		0,10	0,016	0,066	r. n.	r. n.	r. n.

r. n. – różnice nieistotne – non-significant differences.

Retencja wody użytecznej dla roślin (w przedziale potencjału od  $-15,5$  kPa do  $-155,4$  kPa) zwiększyła się istotnie tylko w obiektach z dodatkiem  $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  polimeru żelowego (średnio o  $0,006 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) – tabela 3. Pod wpływem tej dawki w glebach zwiększyła się retencja wody łatwo dostępnej dla roślin (w przedziale potencjału od  $-15,5$  kPa do  $-155,4$  kPa) średnio o  $0,011 \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , natomiast retencja wody trudno dostępnej (od  $-155,4$  kPa do  $-1554$  kPa) nieznacznie zmniejszyła się.

**Tabela 3.** Retencja i przewodnictwo wodne nasycone w poziomach Ap badanych gleb

**Table 3.** Water retention and saturated hydraulic conductivity in Ap horizons of investigated soils

Gleba Soil (G)	Miesiąc Month (M)	Dawka Stockosorb Dose of Stockosorb ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (D)	Retencja wody Water retention ( $\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )			Przewodnictwo wodne nasycone Saturated hydraulic conductivity ( $\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$ )
			użytecznej useful	łatwo dostępnej easily available	trudno dostępnej not easily available	
Słabo zerodowana Slightly eroded	VI	0	0,211	0,158	0,053	0,95
		0,5	0,203	0,154	0,049	0,37
		1	0,223	0,173	0,050	2,46
	VIII	0	0,224	0,171	0,053	1,20
		0,5	0,223	0,174	0,049	9,32
		1	0,222	0,172	0,050	7,97
	średnia mean	0	0,218	0,165	0,053	1,08
		0,5	0,213	0,164	0,049	4,85
		1	0,222	0,172	0,050	5,21
Severely eroded Silnie zerodowana	VI	0	0,181	0,127	0,054	0,17
		0,5	0,189	0,137	0,052	5,01
		1	0,199	0,147	0,052	4,56
	VIII	0	0,193	0,139	0,054	1,74
		0,5	0,197	0,145	0,052	2,29
		1	0,199	0,147	0,052	8,67
	średnia mean	0	0,187	0,133	0,054	0,95
		0,5	0,193	0,141	0,052	3,65
		1	0,199	0,147	0,052	6,62
Średnia dla dwu gleb Two soil mean		0	0,202	0,149	0,054	1,01
		0,5	0,203	0,152	0,051	4,25
		1	0,210	0,160	0,051	5,91
NIR – LSD dla dawek – for doses D			0,008	0,009	0,002	1,32
$(\alpha = 0,05)$ : interakcja – interaction D·G			0,012	r. n.	r. n.	1,87
interakcja – interaction D·G·M			r. n.	r. n.	r. n.	3,73

r. n. – różnice nieistotne – non-significant differences.

Przewodnictwo wodne nasycone w powierzchniowej warstwie gleb ulepszanych Stockosorbem istotnie zwiększyło się (średnio o  $3,24 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$  na poletkach z dawką  $0,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  i o  $4,90 \text{ m}\cdot\text{d}^{-1}$  na poletkach z dawką  $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

Porowatość ogólna w glebach z dodatkiem Stockosorbu była istotnie większa (średnio o  $0,025 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$  po dodaniu  $0,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  i o  $0,058 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$  po wniesieniu  $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) niż w obiektach kontrolnych (tab. 4).

**Tabela 4.** Porowatość i przepuszczalność powietrzna w poziomach Ap gleb

**Table 4.** Porosity and air permeability in Ap horizons of soils

Gleba Soil (G)	Miesiąc Month (M)	Dawka Stockosorbu Dose of Stockosorb ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (D)	Porowatość ogólna Total porosity ( $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$ )	Zawartość porów o średnicy Pore-size content ( $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$ )			Przepuszczalność powietrzna Air permeability ( $\cdot 10^{-8} \text{ m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ )		
				>20 $\mu\text{m}$	0,2-20 $\mu\text{m}$	<0,2 $\mu\text{m}$	aktualna actual	-15,5 kPa	
Słabo zerodowana Slightly eroded	VI	0	0,501	0,135	0,278	0,087	87,4	30,3	
		0,5	0,523	0,174	0,255	0,093	144,9	38,4	
		1	0,539	0,177	0,270	0,091	159,2	49,9	
	VIII	0	0,513	0,140	0,288	0,085	35,5	13,4	
		0,5	0,534	0,168	0,274	0,091	272,8	203,7	
		1	0,555	0,206	0,261	0,088	173,5	124,2	
		średnia mean	0	0,507	0,138	0,283	0,086	61,5	21,8
			0,5	0,528	0,171	0,265	0,092	208,9	121,1
	1	0,547	0,192	0,265	0,090	166,4	87,0		
Silnie zerodowana Severely eroded	VI	0	0,492	0,155	0,244	0,093	12,1	6,5	
		0,5	0,523	0,195	0,239	0,090	96,1	45,9	
		1	0,568	0,255	0,228	0,086	177,1	128,0	
	VIII	0	0,484	0,127	0,263	0,094	50,4	10,5	
		0,5	0,510	0,163	0,255	0,092	38,6	27,7	
		1	0,557	0,236	0,233	0,088	136,1	141,7	
		średnia mean	0	0,488	0,141	0,254	0,094	31,3	8,5
			0,5	0,517	0,179	0,247	0,091	67,3	36,8
	1	0,563	0,246	0,230	0,087	156,6	134,9		
Średnia dla dwu gleb Two soil mean		0	0,497	0,139	0,268	0,090	46,4	15,2	
		0,5	0,522	0,175	0,256	0,092	138,1	79,0	
		1	0,555	0,219	0,248	0,088	161,5	110,9	
NIR – LSD ( $\alpha = 0,05$ ):	dla dawek – for doses		0,013	0,022	0,011	0,002	45,5	48,3	
	interakcja – interaction D-G		0,018	0,031	0,015	0,003	64,3	68,3	
	interakcja – interaction D-G-M		r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	128,6	136,5	

r. n. – różnice nieistotne – non-significant differences.

Zastosowane dawki hydrofilowego żelu zwiększyły istotnie zawartość makroporów o średnicy ekwiwalentnej  $>20 \mu\text{m}$ , określającą pojemność powietrzną gleby przy połowym wysyceniu wodą (średnio o  $0,036 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  i o  $0,080 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ). Natomiast zawartość mezoporów (o średnicy  $0,2-20 \mu\text{m}$ , utrzymujących wodę dostępną dla roślin) w glebach ulepszanych hydrożelem zmniejszyła się istotnie (średnio o  $0,012 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  i o  $0,024 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ). Z kolei zawartość mikroporów o średnicy  $<0,2 \mu\text{m}$  pod wpływem dawek Stockosorbu wykazywała niewielkie wahania (od  $0,087 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  do  $0,094 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ).

Średnie wartości aktualnej przepuszczalności powietrznej zwiększyły się istotnie, średnio o  $91,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  pod wpływem dawki hydrożelu  $0,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  i o  $115,1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  pod wpływem dawki  $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 4). Również istotnie zwiększyła się przepuszczalność powietrzna przy połowym wysyceniu wodą, średnio o  $63,8 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  na poletkach z dodatkiem  $0,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  Stockosorbu i o  $95,7 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2 \cdot \text{Pa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  z dawką  $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Porównanie uzyskanych wyników badań z dwóch terminów wykazało, że wpływ Stockosorbu na pojemność i retencję wodną w warstwie  $0-5 \text{ cm}$  zerodowanych gleb płowych wytworzonych z lessu był w czerwcu nieznacznie większy niż w sierpniu. Natomiast oddziaływanie polimeru na wilgotność aktualną, przewodnictwo wodne nasycone, zawartość makroporów i przepuszczalność powietrzną było w sierpniu istotnie większe niż w czerwcu. Z dwu badanych gleb nieznacznie większe polepszenie badanych właściwości wodno-powietrznych stwierdzono na glebie silnie zerodowanej.

## DYSKUSJA

Przedstawione wyniki badań wykazały, że zastosowane dawki Stockosorbu korzystnie oddziaływały na badane właściwości wodno-powietrzne zerodowanych gleb płowych wytworzonych z lessu, przy czym dawka  $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  hydrożelu była zdecydowanie bardziej skuteczna niż dawka  $0,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Pod wpływem działania Stockosorbu zmniejszyła się gęstość gleby, natomiast zwiększyła się pełna i połowa pojemność wodna, porowatość ogólna, przewodnictwo wodne nasycone, pojemność powietrzna przy połowym nasyceniu wodą i przepuszczalność powietrzna gleb. Prowadzone równocześnie przez autorów badania wykazały bardzo korzystny wpływ małych dawek Stockosorbu na strukturę agregatową gleb zerodowanych [18]. Dawki  $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  i  $0,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  badanego polimeru polepszyły skład agregatowy w warstwie  $0-5 \text{ cm}$  poziomów Ap gleby słabo i silnie zerodowanej, poprzez istotne zmniejszenie udziału brył  $>10 \text{ mm}$  oraz zwiększenie zawartości powietrznie suchych agregatów o wymiarach  $0,25-5 \text{ mm}$ , w tym agregatów  $1-5 \text{ mm}$ , najbardziej korzystnych dla wzrostu roślin. Jednocześnie zastosowane dawki Stockosorbu istotnie zwiększyły zawartość wodood-

pomych agregatów o wymiarach 0,25-10 mm, zwłaszcza frakcji 1-5 mm i 5-10 mm oraz średnią ważoną średnicę agregatów w powierzchniowej warstwie gleb.

Istota zachowania się polimerów żelowych w glebie polega na tym, że w czasie procesu nawilżania amidowe grupy funkcyjne w usieciowanych łańcuchach polimerów żelowych ulegają solwatacji i dysocjują, kationy  $K^+$  odłączają się, a ujemne ładunki łańcucha polimeru odpychają się pod działaniem sił elektrostatycznych [3,4,19]. Powoduje to powolne rozluźnianie zwiniętych kłębków polimeru, które zyskują możliwość dalszego wchłaniania wody i utworzenia żelu. Silnie pęczniejący żel pochłania wodę tak długo, aż łańcuchy polimeru, tworzące przestrzenną sieć, ulegną maksymalnemu wydłużeniu. Pęcznienie hydrożelu podczas procesu nawilżania powoduje rozluźnienie masy glebowej i dlatego zmniejsza się gęstość gleb, a wzrasta porowatość ogólna, zawartość porów powietrznych oraz przewodnictwo wodne i przepuszczalność powietrzna.

Oceniając wpływ zastosowanych dawek hydrożelu Stockosorb na właściwości wodno-powietrzne gleb zerodowanych, stwierdzono jednak ich mniejszą efektywność w porównaniu do analogicznych dawek hydrożelu Viterra, stwierdzonych we wcześniejszych badaniach Paluszka [17]. Autor uzyskał w nich bardzo korzystny wpływ dawek 0,2, 0,5 i 1  $g \cdot kg^{-1}$  hydrożelu Viterra (kopolimeru propionoamidu i propionianu potasu) na polepszenie składu agregatowego, zwiększenie zawartości wodoodpornych agregatów 0,25-10 mm, zmniejszenie gęstości oraz istotne zwiększenie pełnej i połowej pojemności wodnej, retencji wody użytecznej, porowatości ogólnej i ilości porów powietrznych w zerodowanych glebach pływowych wytworzonych z lessu. Słabsze oddziaływanie Stockosorbu w porównaniu z Viterrą, wytłumaczyć można odmiennym składem chemicznym, inną budową kłębków polimeru i ich mniejszą zdolnością do absorpcji wody.

Także badania innych autorów [1,2,7,11,20] wykazały, że niewielkie dawki polimerów żelowych zwiększyły skutecznie pojemność wodną gleb o różnym składzie granulometrycznym. Al-Darby [2] stwierdził, że wzbogacenie gleby piaszczystej dawkami 2, 4 i 8  $g \cdot kg^{-1}$  hydrożelu Jalma spowodowało zwiększenie pojemności wodnej w zakresie potencjału wody glebowej od  $-0,1$  kPa do  $-1554$  kPa proporcjonalnie do dawki polimeru. Pojemność wodna przy  $-33$  kPa zwiększyła się odpowiednio o 54%, 130% i 250%, a retencja wody użytecznej o 46%, 70% i 91%. Natomiast przewodnictwo wodne nasycone w glebie wzbogaconej zmniejszyło się o 46%, 92% i 99%. Za najbardziej korzystną dawkę autor ten uznał 4  $g \cdot kg^{-1}$ , natomiast dawka 8  $g \cdot kg^{-1}$  nadmiernie zmniejszyła przewodnictwo wodne. Również Sivapalan [20] stwierdził, że w glebie piaszczystej wzbogaconej dawkami 0,3  $g \cdot kg^{-1}$  i 0,7  $g \cdot kg^{-1}$  żelowego poliakryloamidu Alcosorb 400 pojemność wodna zwiększyła się w zakresie potencjału od  $-10$  kPa do  $-1550$  kPa. Pojemność wodna gleby przy  $-10$  kPa zwiększyła się odpowiednio o 23% i 95%. Ponieważ istotnie zwiększyła się także wilgotność trwałego więdnięcia roślin, reten-



cja wody użytecznej w glebach wzbogaczanych hydrożelem zwiększyła się tylko nieznacznie. Także Helalia i in. [11] wykazali, że dawki 2,5-15 g·kg<sup>-1</sup> hydrożeli Acryhope i Aquastore-B spowodowały zwiększenie porowatości ogólnej i retencji wody użytecznej w glebach wytworzonych z piasku.

Z kolei Akhter i in. [1] wzbogacali żelowym poliakryloamidem w dawkach 1, 2 i 3 g·kg<sup>-1</sup> glebę o składzie gliny i gliny piaszczystej. Stwierdzili, że połowa pojemność wodna i retencja wody użytecznej dla roślin zwiększyły się proporcjonalnie do stężenia hydrożelu w glebie, a wilgotność trwałego wędnięcia roślin w glebach ulepszanych zmniejszyła się istotnie w porównaniu z obiektem kontrolnym. Także De Oliveira i in. [7] stwierdzili istotne zwiększenie pojemności wodnej w zakresie potencjału wody glebowej od -0,1 do -1000 kPa pod wpływem dawek hydrożelu Terra-Cottem od 0,1 g·kg<sup>-1</sup> do 2 g·kg<sup>-1</sup> w glebie gliniastej i ilastej. Przy stężeniu 2 g·kg<sup>-1</sup> pojemność wodna przy -30 kPa w badanych glebach zwiększyła się odpowiednio o 41% i 37%, natomiast retencja wody użytecznej dla roślin o 23% i 35%.

Znaczne zwiększenie zawartości wody w punkcie trwałego wędnięcia roślin w przypadku gleb wzbogaczanych większymi dawkami hydrożeli, wynika z silnego wiązania wody siłami cząsteczkowymi przez kłębki polimeru. Powoduje to unieruchomienie w żelu części zaabsorbowanej wody jako niedostępnej dla roślin.

#### WNIOSKI

1. Zastosowane dawki Stockosorbu istotnie zmniejszyły gęstość objętościową oraz istotnie zwiększyły pełną pojemność wodną, przewodnictwo wodne nasycone, porowatość ogólną i przepuszczalność powietrzną w warstwie 0-5 cm poziomów Ap gleb pływowych w różnym stopniu zerodowanych.

2. Z dwóch zastosowanych dawek polimeru żelowego skuteczniejsza była dawka 1 g·kg<sup>-1</sup> hydrożelu, która istotnie zwiększyła również wilgotność aktualną, połowę pojemność wodną i retencję wody użytecznej dla roślin w powierzchniowej warstwie gleb.

3. Korzystne oddziaływanie dawek Stockosorbu na pojemność i retencję wodną było większe w czerwcu, a na wilgotność aktualną, przewodnictwo wodne nasycone, zawartość makroporów i przepuszczalność powietrzną w sierpniu.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Akhter J., Mahmood K., Malik K.A., Mardan A., Ahmad M., Iqbal M.M.:** Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant Soil Environ.*, 50, 463-469, 2004.
2. **Al-Darby A.M.:** The hydraulic properties of a sandy soil treated with gel-forming soil conditioner. *Soil Technol.*, 9, 15-28, 1996.
3. **Bereś J., Kaładkowska M.:** Superabsorbenty. *Chemik*, 45, 3, 59-61, 1992.

4. **Bouranis D.L.:** Designing synthetic soil conditioners via postpolymerization reactions. W: Handbook of soil conditioners: substances that enhance the physical properties of soil (red. A. Wallace, R.E. Terry), Marcel Dekker Inc., New York, 333-362, 1998.
5. **Bruce R.R., Langdale G.W., West L.T., Miller W.P.:** Surface soil degradation and soil productivity restoration and maintenance. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 59, 654-660, 1995.
6. **De Boodt M.F.:** Soil conditioning, a modern procedure for restoring physical soil degradation. *Pedologie*, 43, 157-195, 1993.
7. **De Oliveira R.A., Rezende L.S., Martinez M.A., Miranda G.V.:** Effect of a hydrogel polymer on the soil water retention. *Rev. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental*, 8, (1), 160-163, 2004.
8. **Diener B., Hey S.:** Toxicological and environmental safety data Stockosorb®. Degussa AG – Stockhausen GmbH, Krefeld, 2005.
9. **Ebeid M.M., Lal R., Hall G.F., Miller E.:** Erosion effects on soil properties and soybean yield of a Miamian soil in Western Ohio in a season with below normal rainfall. *Soil Technol.*, 8, 97-108, 1995.
10. **Fullen M.A., Brandsma R.T.:** Property changes by erosion of loamy sand soils in east Shropshire – UK. *Soil Technol.*, 8, 1-15, 1995.
11. **Helalia A.M., El-Amir S., Shawky M.E.:** Effect of Acryhope and Aquastore polymers on water regime and porosity in sandy soil. *Int. Agrophysics*, 6, 19-25, 1992.
12. **Langdale G.W., West L.T., Bruce R.R., Miller W.P., Thomas A.W.:** Restoration of eroded soil with conservation tillage. *Soil Technol.*, 5, 81-90, 1992.
13. **Licznar M., Drozd J., Licznar S.E.:** Rola procesów erozji w kształtowaniu żyzności i urodzajności gleb topogenicznych na obszarze występowania gleb pływowych. W: *Erozja gleb i jej zapobieganie* (red. Z. Mazur, S. Pałys, W. Grodzieński). Wyd. AR, Lublin, 7-20, 1991.
14. **Olson K.R., Mokma D.L., Lal R., Schumacher T.E., Lindstrom M.J.:** Erosion impact on crop yield for selected soils of the North Central United States. W: *Soil quality and erosion* (red. R. Lal), CRC Press, Boca Raton, Florida, 259-283, 1999.
15. **Paluszek J.:** Wpływ erozji wodnej na strukturę i wodoodporność agregatów gleb pływowych wytworzonych z lessu. *Rocz. Glebozn.*, 45, 3/4, 21-31, 1994.
16. **Paluszek J.:** Właściwości wodno-powietrzne erodowanych gleb pływowych wytworzonych z lessu. *Acta Agrophysica*, 56, 233-245, 2001.
17. **Paluszek J.:** Kształtowanie syntetycznymi polimerami właściwości gleb erodowanych terenów lessowych. *Rozprawy Nauk. AR w Lublinie*, 277, 2003.
18. **Paluszek J., Żembrowski W.:** Wpływ hydrożelu Stockosorb na strukturę agregatową gleb erodowanych. *Rocz. AR w Poznaniu*, 375, *Roln.* 65, 115-122, 2006.
19. **Singh J.:** Physical behavior of superabsorbent hydrogels in sand. *Phil. Dr. Thesis*, McGill Univ., Montreal, 1997.
20. **Sivapalan S.:** Benefits of treating a sandy soil with a crosslinked-type polyacrylamide. *Aust. J. Experimental Agric.*, 46, 579-584, 2006.
21. **Witkowska-Walczak B., Walczak R., Sławiński C.:** Determination of water potential – moisture characteristics of soil porous media. *Wydawnictwo Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie*, 2004.

---

**INFLUENCE OF STOCKOSORB GEL-FORMING POLYMER  
ON WATER AND AIR PROPERTIES OF ERODED LUVISOLS***Jan Paluszek, Wojciech Żembrowski*

Institute of Soil Science and Environment Management, Agricultural University  
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin  
e-mail: jan.paluszek@ar.lublin.pl

**Abstract.** Immediate effects of two doses of gel-forming polymer Stockosorb ( $0.5 \text{ g kg}^{-1}$  and  $1 \text{ g kg}^{-1}$ ) on water and air properties of Haplic Luvisols developed from loess, subjected to surface water erosion, were investigated in a field experiment. Investigated soils represented slightly and severely eroded soil. Stockosorb is a crosslinked copolymer of polyacrylamide and potassium polyacrylate. The results obtained prove that application of these doses of polymer caused significant decrease of bulk density and significant increase of maximum water capacity, saturated hydraulic conductivity, total porosity and air permeability in surface layer of investigated soils. Most effective was the rate of  $1 \text{ g kg}^{-1}$  of hydrogel which also resulted in a significant increase in actual moisture of soils, field water capacity and retention of useful water for plants.

**Key words:** Haplic Luvisols, eroded soils, Stockosorb, water properties, air properties