

Jan Paluszek*

WPŁYW DODATKU AGROAQUAGELU 420 NA FIZYCZNE WŁAŚCIWOŚCI ERODOWANEJ GLEBY PŁOWEJ

EFFECT OF ADDITION OF AGROAQUAGEL 420 ON PHYSICAL PROPERTIES OF ERODED LUVISOL

Słowa kluczowe: zerodowana gleba płowa, AgroAquaGel 420, właściwości wodne, właściwości powietrzne.

Key words: eroded Luvisol, AgroAquaGel 420, water properties, air properties.

Immediate effect of gel-forming polymer AgroAquaGel 420 in two doses ($1\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ and $2\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) on water and air properties of severely eroded Haplic Luvisol developed from loess, were investigated in a plot experiment. AgroAquaGel 420 is a crosslinked potassium polyacrylate. The results obtained prove that application of polymer added in doses of $2\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ significant decreased bulk density and significant increased maximum water capacity, field water capacity, retention of useful water for plants, saturated hydraulic conductivity, total porosity, air capacity and air permeability in surface layer of investigated soil. However, the application of AgroAquaGel 420 in dose of $1\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ had no significant effect on water and air properties of eroded soil. The values of Dexter's index, S , in the objects treated with AgroAquaGel 420 were similar or higher to those obtained for the control plots, which indicates a very high physical quality of the examined soil.

1. WPROWADZENIE

Jakość gleby jest definiowana jako jej zdolność do funkcjonowania w naturalnych lub przekształconych rolniczo ekosystemach, do utrzymywania produktywności roślin oraz do zachowania jakości wody i powietrza i zapewnienia zdrowia ludzi oraz odpowiedniej jakości

* *Dr hab. Jan Paluszek, prof. nadzw. UP – Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. S. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin; tel.: 81 52 48 108; e-mail: jan.paluszek@up.lublin.pl*

środowiska, w którym żyją [Karlen i in. 1997]. Do wskaźników oceny jakości gleby zaliczane są m.in. następujące cechy fizyczne:

- 1) skład granulometryczny,
- 2) struktura gleby,
- 3) zagęszczenie gleby,
- 4) pojemność wodna,
- 5) retencja wody użytecznej,
- 6) infiltracja,
- 7) aeracja,
- 8) zaskorupienie,
- 9) podatność na erozję wodną.

Erozja gleb jest głównym procesem fizycznej degradacji pokrywy glebowej w silnie urzeźbionych obszarach rolniczych. Degradacyjny charakter erozji polega na skróceniu poziomu Ap w górnych, wypukłych częściach stoków i akumulacji materiału glebowego w obniżeniach terenu. W rezultacie erozji powstają gleby w różnym stopniu zerodowane oraz gleby deluwialne [Licznar 1995; Koćmit 1998; Rejman 2006]. Jednocześnie z wynoszeniem materiału glebowego następuje zubożenie gleb w związki próchniczne i składniki pokarmowe roślin. Gleby dotknięte erozją, których poziom Ap wytworzył się z poziomu iluwialnego, mają zwykle słabą wodoodporność agregatów, mniejszą retencję wody użytecznej dla roślin, mniejsze przewodnictwo wodne, mniejszą porowatość ogólną, pojemność powietrzną i przepuszczalność powietrzną w porównaniu z glebami nieerodowanymi [Paluszek 2001; Shukla, Lal 2005; Jankauskas i in. 2008]. Gleby zerodowane ulegają powierzchniowemu zaskorupieniu i dalszej erozji wodnej w czasie intensywnych spływów, a rośliny na nich uprawiane wydają niższy plon [Bakker i in. 2007]. Jednym ze sposobów ochrony tych gleb przed dalszą erozją, połączonym z ulepszeniem ich struktury i właściwości wodno-powietrznych może być zastosowanie syntetycznych polimerów żelowych [Paluszek 2003; Owczarzak i in. 2006; Sivapalan 2006; Bhardwaj i in. 2007]. Hydrożele są wielkocząsteczkowymi, usieciowanymi kopolimerami, których wysuszone, szczelnie zwinięte kłęбки mają postać krystalicznych ziaren, po zwilżeniu natomiast znacznie powiększają swą objętość i przyjmują postać żelu [Bereś, Kaładkowska 1992; Hua, Qian 2001]. Celem pracy była ocena właściwości wodnych i powietrznych wierzchniej warstwy zerodowanej gleby płowej wytworzonej z lessu po dodaniu polimeru AgroAquaGel 420.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w 2005 r. w małej zlewni lessowej w Bogucinie na Płaskowyżu Nałęczowskim, będącej eksperymentalnym obiektem Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie,

służącym do badań erozji gleb [Rejman 2006]. Doświadczenie zlokalizowano na stoku o nachyleniu 11–15% i poprzecznym do spadku kierunku uprawy roli. Obejmowało ono poletka z dwiema dawkami AgroAquaGelu 420 i poletka kontrolne w trzech powtórzeniach (łącznie 9 poletek) na glebie płowej silnie zerodowanej, o sekwencji poziomów genetycznych Ap-BC-Cca. Wielkość poletek (5×3 m) była ograniczona mozaikową zmiennością, jaką tworzą płaty gleby bardzo słabo erodowanej, gleby zerodowanej w różnym stopniu i gleby deluwialnej u podnóża stoków lessowych.

W roku 2005 rośliną uprawianą była pszenica jara (Nawra) na stanowisku po buraku cukrowym. Uprawki obejmowały orkę zimową oraz kultywatorowanie i bronowanie wiosną. Nawożenie mineralne gleby na 1 ha wynosiło: 40 kg N, 23 kg P i 75 kg K. Zgodnie z zasadami stosowania polimerów żelowych, AgroAquaGel 420 wprowadzono do gleby jako dodatkowy zabieg agrotechniczny po siewie pszenicy jarej. Wysiano go w dawkach $1\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $2\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy gleby w warstwie 0–5 cm i wymieszano z glebą do głębokości 5 cm. Próbkę gleby o nienaruszonej strukturze pobrano (w czterech powtórzeniach) do metalowych cylindereków, o objętości 100 cm^3 , w czerwcu i sierpniu 2005 r., z warstwy 0–5 cm poziomu Ap.

AgroAquaGel 420 jest jednym z wielu syntetycznych polimerów produkowanych przez ArtAgro z Krakowa. Jest to poliakrylan potasu o zdolności adsorpcji wody dejonizowanej $420\text{ cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$ [informacja ustna prezesa firmy E. Kulikowskiego]. Zdolność AgroAquaGelu 420 do absorpcji wody zawierającej rozpuszczone sole jest znacznie mniejsza (dla wody z kranu stwierdzono tylko $189,0\text{ cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$). Hydrożel tworzy żółto-kremowe krystaliczne ziarna, o średnicy 0,2–2 mm. Jest nietoksyczny i bezpieczny dla środowiska.

Gęstość fazy stałej ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) oznaczono metodą piknometryczną. Gęstość objętościową gleby ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) obliczono ze stosunku masy gleby wysuszonej w 105°C do jej objętości. Wilgotność aktualną gleb w czasie pobierania próbek ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) mierzono metodą suszarkowo-wagową.

Pojemność wodną w zakresie potencjału wody glebowej od -0,1 kPa do -1554 kPa ($\text{kg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oznaczono w komorach ciśnieniowych, na porowatych płytach ceramicznych produkcji Eijkelkamp i Soil Moisture Equipment Corporation. Retencję wody użytecznej dla roślin (w przedziale od -15,5 kPa 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 ($\text{m}\cdot\text{d}^{-1}$).

Porowatość ogólną ($\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$) obliczono na podstawie wartości gęstości fazy stałej i gęstości gleby. Rozkład porów glebowych o średnicy $>20\text{ }\mu\text{m}$, $0,2\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$ i $<0,2\text{ }\mu\text{m}$ obliczono na podstawie wartości pojemności wodnej, wyrażonych w $\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$.

Przepuszczalność powietrzną ($\cdot 10^{-8}\text{ m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) mierzono za pomocą aparatu LPiR-2 do badania przepuszczalności powietrznej mas formierskich, wyprodukowanego przez Instytut Odlewnictwa w Krakowie.

Ponadto oznaczono skład granulometryczny gleb metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, 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 podwójnej w układzie całkowicie losowym. Istotność obliczonych różnic weryfikowano testem Tukey'a.

Na podstawie krzywych retencji wodnej (rys. 1) obliczono wskaźnik jakości stanu fizycznego gleb S według Dexter [2004] za pomocą programu komputerowego RETC. Wskaźnik jakości S został zdefiniowany przez autora jako tangens kąta nachylenia krzywej retencji wodnej gleby w punkcie jej przegięcia do osi potencjału wody glebowej i powinien być obliczany za pomocą przekształconego równania van Genuchtena [1980]:

$$S = -n (\theta_{\text{sat}} - \theta_{\text{res}}) [1 + 1/m]^{-(1+m)}$$

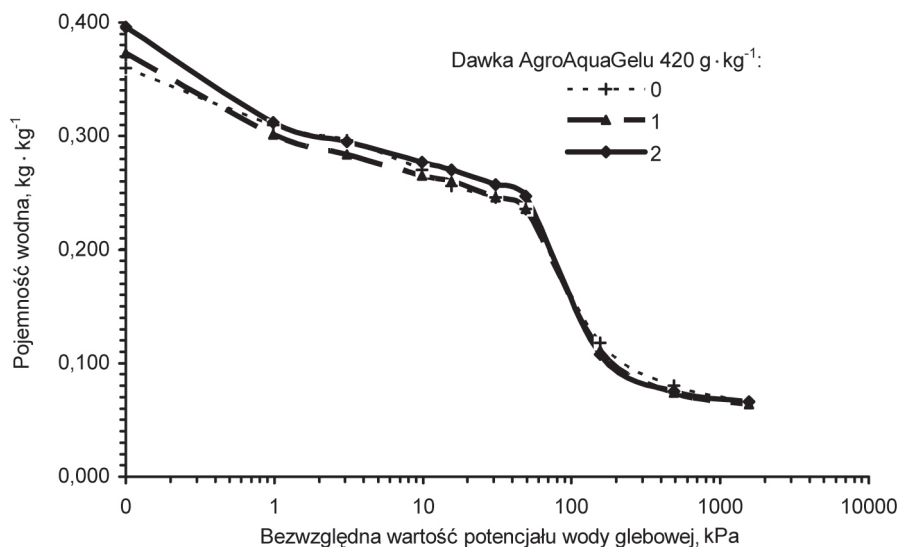
gdzie:

θ_{sat} – zawartość wody w glebie przy pełnym nasyceniu ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$),

θ_{res} – tzw. „resztkowa” zawartość wody ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$),

n – parametr empiryczny kontrolujący kształt krzywej retencji,

m – parametr empiryczny z ograniczeniem Mualema [1986]: $1-1/n$.



Rys. 1. Krzywe retencji wodnej gleby (wartości średnie z 3 póltek)

Fig. 1. Water retention curves of soil (mean values in 3 plots)

3. WYNIKI BADAŃ

Badana gleba wytworzona z lessu pod względem granulometrycznym stanowiła pył ilasty, zawierając w poziomie Ap 13% frakcji piasku (2–0,05 mm), 72% frakcji pyłu (0,05–0,002 mm) i 15% łu <0,002 mm. Zawartość C org. w glebie wynosiła 8,04 g·kg⁻¹, a odczyn gleby był kwaśny (pH KCl 5,4). Gęstość fazy stałej w poziomie Ap wynosiła 2,65 Mg·m⁻³.

Gęstość objętościowa gleby w warstwie 0–5 cm pod wpływem AgroAquaGelu 420 w dawce 2 g·kg⁻¹ zmniejszyła się istotnie (średnio o 0,07 Mg·m⁻³) w porównaniu do gęstości objętościowej gleby w obiektach kontrolnych. Wilgotność gleby podczas pobierania próbek w obu terminach badań wykazywała tylko nieznaczne różnice pomiędzy obiektami. Pełna pojemność wodna gleb (przy potencjale wody glebowej -0,1 kPa) zwiększyła się istotnie w wyniku wprowadzenia hydrożelu w dawce 2 g·kg⁻¹ (o 0,036 kg·kg⁻¹). Połowa pojemność wodna (przy potencjale -15,5 kPa) w obiektach z AgroAquaGelem 420 w dawce 2 g·kg⁻¹ była istotnie większa (o 0,014 kg·kg⁻¹) niż na poletkach kontrolnych (tab. 1). Dodatek hydrożelu nie zmienił istotnie wilgotności trwałego wędnięcia roślin (przy potencjale wody -1554 kPa). W rezultacie retencja wody użytecznej dla roślin (zawarta w przedziale potencjału od -15,5 kPa do -1554 kPa) pod wpływem hydrożelu zastosowanego w większej dawce istotnie się zwiększyła (o 0,014 kg·kg⁻¹). Przewodnictwo wodne nasycone w powierzchniowej warstwie gleby z AgroAquaGelem 420 w dawce 2 g·kg⁻¹ istotnie się zwiększyło (o 2,15 m·d⁻¹). Dodatek polimeru w dawce 1 g·kg⁻¹ tylko nieznacznie zwiększył pojemność wodną, retencję wody użytecznej i przewodnictwo wodne.

Tabela 1. Gęstość gleby i właściwości wodne w poziomie Ap (wartości średnie z 3 poletek)

Table 1. Bulk density and water properties in Ap horizon (mean values in 3 plots)

Miesiąc (M)	Dawka AgroAqua-Gelu 420 (D, g·kg ⁻¹)	Gęstość gleby (Mg·m ⁻³)	Wilgotność aktualna (kg·kg ⁻¹)	Pojemność wodna (kg·kg ⁻¹)			Retencja wody użytecznej (kg·kg ⁻¹)	Przewodnictwo wodne (m·d ⁻¹)
				-0,1 kPa	-15,5 kPa	-1554 kPa		
Czerwiec	0	1,31	0,186	0,366	0,250	0,066	0,184	0,23
	1	1,34	0,172	0,371	0,246	0,064	0,182	1,58
	2	1,30	0,185	0,393	0,270	0,066	0,204	1,34
Sierpień	0	1,37	0,128	0,355	0,262	0,066	0,196	1,00
	1	1,33	0,132	0,375	0,275	0,064	0,211	2,28
	2	1,29	0,125	0,399	0,271	0,066	0,205	4,19
Średnia	0	1,36	0,157	0,360	0,256	0,066	0,190	0,62
	1	1,33	0,152	0,373	0,260	0,064	0,196	1,93
	2	1,29	0,155	0,396	0,270	0,066	0,204	2,77
NIR – LSD (α = 0,05)	dawki – D	0,05	r. n.	0,026	0,008	r. n.	0,007	1,78
	interakcja – D·M	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	r. n.	2,07

Objaśnienia: r. n. – różnice nieistotne.

Porowatość ogólna w glebie z dodatkiem AgroAquaGelu 420 w dawce $2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ była istotnie większa (o $0,023 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$) niż w obiektach kontrolnych (tab. 2). Wniesienie hydrofilowego żelu w dawce $2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ zwiększyło istotnie zawartość makroporów o średnicy równoważnej $>20 \mu\text{m}$, określającą pojemność powietrzną gleby przy połowym nasyceniu wodą (o $0,021 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$). Zawartość mezoporów (o średnicy $0,2\text{--}20 \mu\text{m}$, które utrzymują wodę dostępną dla roślin) w glebie ulepszanej hydrożelem zwiększyła się tylko nieznacznie (o $0,004\text{--}0,007 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$). Zawartość mikroporów o średnicy $<0,2 \mu\text{m}$ natomiast istotnie zmniejszyła się (o $0,005 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$) pod wpływem AgroAquaGelu 420. Przepuszczalność powietrzna gleby przy połowym nasyceniu wodą ($-15,5 \text{ kPa}$) zwiększyła się istotnie pod wpływem AgroAquaGelu 420 w dawce $2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ o $8,7\cdot 10^{-8} \text{ m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$.

Tabela 2. Porowatość i przepuszczalność powietrzna w poziomie Ap (wartości średnie z 3 poletek)

Table 2. Porosity and air permeability in Ap horizon (mean values in 3 plots)

Miesiąc (M)	Dawka AgroAquaGelu 420 (D, $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	Porowatość ogólna ($\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$)	Zawartość porów o średnicy ($\text{m}^3\cdot\text{m}^{-3}$)			Przepuszczalność powietrzna przy $-15,5 \text{ kPa}$ ($\cdot 10^{-8} \text{ m}^2\cdot\text{Pa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)
			$>20 \mu\text{m}$	$0,2\text{--}20 \mu\text{m}$	$<0,2 \mu\text{m}$	
Czerwiec	0	0,492	0,155	0,248	0,089	6,5
	1	0,496	0,168	0,242	0,086	7,5
	2	0,511	0,160	0,266	0,085	11,5
Sierpień	0	0,484	0,127	0,267	0,090	10,5
	1	0,498	0,132	0,282	0,084	13,4
	2	0,513	0,163	0,264	0,086	23,0
Średnia	0	0,489	0,141	0,258	0,090	8,5
	1	0,497	0,150	0,262	0,085	10,4
	2	0,512	0,162	0,265	0,085	17,2
NIR – LSD ($\alpha = 0,05$)	dawki – D	0,018	0,021	r. n.	0,005	6,9
	interakcja – D·M	r. n.	r. n.	0,015	r. n.	r. n.

Objaśnienia: r. n. – różnice nieistotne.

Porównanie wyników z dwóch terminów badań wykazało, że wpływ AgroAquaGelu 420 na właściwości wodno-powietrzne gleby był nieco większy w czerwcu. Obliczona na podstawie krzywych retencji wodnej (rys. 1) wartość bezwzględna wskaźnika jakości fizycznej gleb S według Dextera wynosiła w obiektach kontrolnych średnio 0,073. W glebie z dodatkiem AgroAquaGelu 420 w dawce $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ wartość ta była zbliżona (0,072), natomiast w obiektach z dawką $2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ istotnie wyższa (0,081).

4. Dyskusja wyników

Wyniki badań wykazały, że dodatek AgroAquaGelu 420 w dawce $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ zmniejszył gęstość gleby oraz istotnie zwiększył pełną pojemność wodną, przewodnictwo wodne nasycone, porowatość ogólną, pojemność powietrzną i przepuszczalność powietrzną gleby. Zastosowanie hydrożelu w dawce $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ okazało się zdecydowanie mniej skuteczne, polepszając tylko nieznacznie niektóre właściwości gleby. Pomimo tego, uzyskane w badaniach wartości bezwzględne wskaźnika jakości fizycznej gleb S według Dexter, wynoszące powyżej 0,050, oznaczają bardzo dobry stan fizyczny gleby, zwłaszcza jej właściwości wodnych i napowietrzenia [Dexter 2004]. Autor uważa, że wskaźnik S może stanowić ważny parametr oceny degradacji lub poprawy fizycznych właściwości gleby.

Dobry wzrost i funkcjonowanie korzeni roślin uprawnych wymagają odpowiedniej relacji pomiędzy zawartością mezoporów o średnicy $0,2\text{--}20 \mu\text{m}$, które retencjonują wodę użyteczną dla roślin, a udziałem makroporów $>20 \mu\text{m}$, które zapewniają napowietrzenie. Olness i in. [1998] ustalili, że optymalna równowaga między zdolnością do zatrzymywania wody a aeracją jest zachowana wtedy, kiedy połowa pojemności wodna (równa sumie mezoporów i mikroporów $<0,2 \mu\text{m}$) stanowi 0,66 porowatości ogólnej, a pojemność powietrzna 0,34. W poziomie Ap zerodowanej gleby pólowej relacja ta była zbliżona do optymalnej: udział polowej pojemności wodnej wynosił średnio 0,71 w obiektach kontrolnych i 0,70–0,68 w obiektach z dodatkiem AgroAquaGelu 420, a udział pojemności powietrznej odpowiednio 0,29 i 0,30–0,32. Na podstawie wyżej wymienionego kryterium należy również ocenić jako bardzo korzystne zarówno właściwości wodne, jak i powietrzne badanej gleby.

Istota działania polimerów żelowych w glebie polega na tym, że w czasie nawilżania amidowe grupy funkcyjne w usieciowanych łańcuchach ulegają solwatacji i dysocjują, kationy K^+ odłączają się, a ujemne ładunki łańcucha polimeru odpychają się pod działaniem sił elektrostatycznych [Bereś, Kałędkowska 1992; Hua, Qian 2001]. Powoduje to powolne rozluźnianie zwiniętych kłębków polimeru, które zyskują możliwość dalszego wchłaniania wody i utworzenia żelu. Silnie pęczniejący żel pochłania wodę aż łańcuchy polimeru – tworzące przestrzenną sieć – ulegną maksymalnemu wydłużeniu. Pęcznienie hydrożelu podczas nawilżania powoduje rozluźnienie masy glebowej i dlatego zmniejsza się gęstość objętościowa gleby, a zwiększa porowatość ogólna, zawartość porów powietrznych oraz przewodnictwo wodne i przepuszczalność powietrzna.

Oceniając wpływ hydrożelu AgroAquaGelu 420 w zastosowanych dawkach na właściwości wodno-powietrzne gleby, stwierdzono jednak jego mniejszą efektywność w porównaniu do efektywności analogicznych dawek hydrożelu Viterra (kopolimeru propionoamidu i propionianu potasu), stosowanych we wcześniejszych badaniach [Paluszek 2003]. Wykazały one jeszcze korzystniejszy wpływ Viterry na zmniejszenie gęstości oraz istotne zwiększenie

szenie pełnej i polowej pojemności wodnej, retencji wody użytecznej, porowatości ogólnej i ilości porów powietrznych w zerodowanych glebach płowych wytworzonych z lessu. Słabsze oddziaływanie AgroAquaGelu 420 w porównaniu z Viterrą, wytłumaczyć można inną metodą polimeryzacji, odmiennym składem chemicznym oraz inną budową kłębków polimeru [Bereś, Kaładkowska 1992; Hua, Qian 2001]. Różnice te powodują mniejszą zdolność do absorpcji wody glebowej, zwłaszcza w przedziale potencjału od -15,5 kPa do -1554 kPa, który obejmuje wodę dostępną dla roślin. Jeżeli chodzi o AgroAquaGel 420, można przypuszczać, że bardziej skuteczne byłoby zastosowanie większych dawek polimeru ($4\text{--}6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) niż zastosowane w niniejszej pracy.

Badania innych autorów wykazały korzystniejsze oddziaływanie innych hydrofilowych żeli w glebach o zróżnicowanym składzie granulometrycznym [Akhter i in. 2004; Sivapalan 2006; Bhardwaj i in. 2007; Abedi-Koupai 2008]. Sivapalan [2006] stwierdził, że w glebie piaszczystej ulepszanej żelowym poliakryloamidem Alcosorb 400 w dawkach $0,3$ i $0,7\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ pojemność wodna gleby przy -10 kPa zwiększyła się odpowiednio o 23% i 95%. Ponieważ istotnie zwiększyła się także wilgotność powodująca trwałe wędnięcie roślin, retencja wody użytecznej w glebach z dodatkiem hydrożelu zwiększyła się tylko nieznacznie. Akhter i in. [2004] zastosowali żelowy poliakryloamid w dawkach $1, 2$ i $3\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ na glebach o składzie gliny i gliny piaszczystej. Stwierdzili, że połowa pojemność wodna i retencja wody użytecznej dla roślin zwiększyły się proporcjonalnie do dawki hydrożelu. Abedi-Koupai i in. [2008] używając modelu komputerowego RETC badali krzywe retencji wodnej gleb o składzie gliny piaszczystej, gliny i iltu z dodatkiem hydrożeli PR3005A i Tarawat A100 w dawkach $2, 4, 6$ i $8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Stwierdzili proporcjonalne zwiększenie pojemności wodnej i retencji wody użytecznej dla roślin do dawki polimerów. Przy dawce $8\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ retencja wody użytecznej zwiększyła się 1,8-krotnie w glebie ilastej, 2,2-krotnie w glebie gliniastej i 3,2-krotnie w glinie piaszczystej. Także Bhardwaj i in. [2007] w badaniach laboratoryjnych stwierdzili, że polimery żelowe Stockosorb HCMG, Stockosorb 500 Medium i Stockosorb 500 Micro w dawkach $0,5, 2,5$ i $5\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ zwiększyły pojemność wodną i przewodnictwo wodne w glebie piaszczystej.

5. WNIOSKI

1. Polimer AgroAquaGel 420 w dawce $2\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ powodował istotne zmniejszenie gęstości objętościowej oraz zwiększał pełną i połową pojemność wodną, retencję wody użytecznej dla roślin, przewodnictwo wodne nasycone, porowatość ogólną, zawartość makroporów $>20\text{ }\mu\text{m}$ i przepuszczalność powietrzną przy połowym nasyceniu wodą w warstwie $0\text{--}5\text{ cm}$ gleby płowej silnie zerodowanej.
2. Zastosowany polimer żelowy w dawce $1\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ był mniej skuteczny, zmieniając nieznacznie właściwości wodne i powietrzne w powierzchniowej warstwie gleby.

3. Oddziaływanie AgroAquaGelu 420 na badane właściwości wodno-powietrzne gleby było nieco większe w czerwcu.
4. Wartość wskaźnika S według Dextera w obiektach z dodatkiem AgroAquaGelu 420 w dawce $1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ była zbliżona do wartości uzyskanej dla obiektów kontrolnych, a przy dawce $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ – wyższa. Wartości te świadczą o bardzo dobrej jakości stanu fizycznego zerodowanej gleby pólowej wytworzonej z lessu.

Praca naukowa finansowana częściowo ze środków na naukę w latach 2008–2011 jako projekt badawczy NN 310 388 34.

PIŚMIENNICTWO

- ABEDI-KOUPAI J., SOHRAB F., SWARBRICK G. 2008. Evaluation of hydrogel application on soil water retention characteristics. *Journal Plant Nutr.* 31, 2: 317–331.
- AKHTER J., MAHMOOD K., MALIK K.A., MARDAN A., AHMAD M., IQBAL M.M. 2004. 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.
- BAKKER M.M., GOVERS G., JONES R.A., ROUNSEVELL M.D.A. 2007. The effect of soil erosion on Europe's crop yields. *Ecosystems.* 10, 7: 1209–1219.
- BEREŚ J., KAŁĘDKOWSKA M. 1992. Superabsorbenty. *Chemik.* 45, 3: 59–61.
- BHARDWAJ A.K., SHAINBERG I., GOLDSTEIN D., WARRINGTON D.N., LEVY G.J. 2007. Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamides in sandy soils. *Soil Sci. Soc. Am. Journal* 71: 406–412.
- DEXTER A.R. 2004. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma.* 120: 201–214.
- HUA F., QIAN M. 2001. Synthesis of self-crosslinking sodium polyacrylate hydrogel and water absorbing mechanism. *Journal Materials Sci.* 36: 731–738.
- JANKAUSKAS B., JANKAUSKIENE G., FULLEN M.A. 2008. Soil erosion and changes in the physical properties of Lithuanian Eutric Albeluvisols under different land use systems. *Acta Agriculture Scandinavica sec. B. Soil and Plant Science* 58: 66–76.
- KARLEN D.L., MAUSBACH M.J., DORAN J.W., CLINE R.G., HARRIS R.F., SCHUMAN G.E., 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci. Soc. Am. Journal* 61: 4–10.
- KOĆMIT A. 1998. Erozja wodna w obszarach młodoglacjalnych Pomorza i możliwości jej ograniczenia. *Bibl. Fragm. Agron.* 4B/98: 83–99.
- LICZNAR M. 1995. Erozja gleb w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 418, 1: 91–100.
- MUALEM Y. 1986. Hydraulic conductivity of unsaturated soils: prediction, and formulas. W: A. Klute (red.) *Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods*, 2nd ed., Am. Soc. Agron. Monograph. 9: 799–823.

- OLNESS A., CLAPP C.E., LIU R., PALAZZO A.J. 1998. Biosolids and their effects on soil properties. W: A. Wallace, R.E. Terry (red.) Handbook of soil conditioners, Marcel Dekker, New York: 141–165.
- OWCZARZAK W., KACZMAREK Z., SZUKAŁA J. 2006. Wpływ hydrożelu Stockosorb na wybrane właściwości strukturotwórcze gleby płowej i czarnej ziemi. *Journal Res. Appl. Agric. Eng.* 51, 3: 55–61.
- PALUSZEK J. 2001. Właściwości wodno-powietrzne erodowanych gleb pływych wytworzonych z lessu. *Acta Agrophysica* 56: 233–245.
- PALUSZEK J. 2003. Kształtowanie syntetycznymi polimerami właściwości gleb erodowanych terenów lessowych. *Rozprawy Nauk. AR w Lublinie.* 277: 1–153.
- REJMAN J. 2006. Wpływ erozji wodnej i uprawowej na przekształcenie gleb i stoków lessowych. *Acta Agrophysica, Rozpr. i Monogr.* 136: 1–91.
- SHUKLA M.K., LAL R. 2005. Erosional effects on soil physical properties in an on-farm study on Alfisols in West Central Ohio. *Soil Sci.* 170: 445–456.
- SIVAPALAN S. 2006. Benefits of treating a sandy soil with a crosslinked-type polyacrylamide. *Aust. Journal Experimental Agric.* 46: 579–584.
- VAN GENUCHTEN M.T. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. Journal* 44: 892–898.