

WPLYW INTENSYWNOŚCI BRONOWANIA PIELĘGNACYJNEGO MIESZANKI JĘCZMIENIA Z GROCHEM SIEWNYM NA STRUKTURĘ GRUZELKOWATĄ GLEBY

AGNIESZKA LEJMAN¹, PIOTR SOBKOWICZ¹, RAFAŁ OGÓREK²

¹*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław*

²*Instytut Genetyki i Mikrobiologii, Zakład Genetyki, Uniwersytet Wrocławski,
ul. Przybyszewskiego 63/77, 51-148 Wrocław*

Synopsis. W pracy przedstawiono wyniki badań z lat 2010–2012, których celem było stwierdzenie czy sposób bronowania odchwaszczającego oraz rodzaj brony mają wpływ na strukturę wierzchniej warstwy gleby. Ścisłe doświadczenie 1-czynnikowe założono metodą losowanych bloków na glebie lekkiej. Analiza wyników wykazała jedynie niewielki wpływ bronowania na powierzchnię warstwę gleby. Pomimo to, w okresie dojrzałości pełnej średnia ważona średnica gruzelka z poletek bronowanych była większa niż z poletek niebronowanych. Zależała ona także od liczby bronowań i rodzaju użytej brony.

Słowa kluczowe: bronowanie, mieszanka jęczmienia z grochem siewnym, struktura gruzelkowa gleby

WSTĘP

Zasady integrowanej ochrony roślin zgodnie z dyrektywą 2009/128/WE zalecają aby nad metody chemiczne przedkładać zrównoważone metody biologiczne, fizyczne i inne niechemiczne. Zapis ten spowodował zwiększenie zainteresowania mechaniczną regulacją zachwaszczenia, a zabieg bronowania odchwaszczającego jest zabiegiem coraz częściej stosowanym. Spowodowane jest to również doniesieniami o porównywalnej efektywności z zabiegami chemicznymi [Rueda-Ayala i in. 2011]. W literaturze szeroko opisany jest wpływ bronowania pielęgnacyjnego na plonowanie różnych zasiewów czystych roślin uprawnych [Armengot i in. 2012, Banaszekiewicz 2005, Bromm i in. 2008, Cierpiało i Wesołowski 2009, Hruszka 2004, 2006, Idziak i in. 2007, Jastrzębska i in. 2007, Liszka-Podkowa i Sowiński 2008, Melander 2006, Michalski i Idziak 2011, Padro i in. 2008, Rueda-Ayala i in. 2011, Sadowski i Rychcik 2007]. Jednakże, mało jest doniesień dotyczących intensywności i czasu wykonania pielęgnacji mechanicznej oraz rodzaju brony zastosowanej w tym celu na zmiany zachodzące w powierzchniowej warstwie roli. Ponadto, brak jest doniesień na temat bronowania w zasiewach mieszanych, które może być możliwą do zastosowania metodą regulacji zachwaszczenia. O ile dla mieszanki zbożowej można znaleźć wspólny herbicyd zarejestrowany dla jej komponentów, to w przypadku mieszanki zbożowo-strączkowej, np. jęczmienia z pastewną odmianą grochu siewnego jest to niemożliwe. Bronowanie odchwaszczające staje się wtedy koniecznością.

Właściwości fizyczne gleby opisują jej jakość i służą również do oceny jej zdrowotności [Paluszek 2011], tym samym decydują o wzroście i plonowaniu roślin uprawnych [Whitbread 1995]. Intensywne zabiegi uprawowe zmieniają wierzchnią warstwę roli prowadząc do

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* agnieszka.lejman@up.wroc.pl

degradacji struktury gleby [Angers i in. 1993, Gilbert i in. 2009, Six i in. 1999]. Fizyczne parametry gleby różnicowane są również przez gatunek rośliny uprawnej [Suwara i Gawrońska-Kulesza 2011] oraz nawożenie [Gawrońska-Kulesza i Suwara 1989, Giemza i in. 2011, Waclawowicz i Tendziagolska 2008, Waclawowicz i in. 2012].

Skuteczność bronowania odchwaszczającego zależy od właściwości gleby [Mouazen i in. 2007], liczby przejazdów brony i głębokości jej pracy [Kurstjens i in. 2000]. Zgodnie z doniesieniami uprawa ta wpływa na zmniejszenie średniej ważonej średnicy gruzelka (MWDg), jednak według Gilberta i in. [2009] jest to efekt przemijający.

Celem badań było stwierdzenie czy termin bronowania, liczba zabiegów oraz rodzaj brony mają wpływ na wybrane właściwości struktury powierzchniowej warstwy gleby.

MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2010–2012 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec (51°07' N, 17°08' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Było to doświadczenie 1-czynnikowe założone metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach na glebie lekkiej. W doświadczeniu uprawiany był jęczmień jary odmiany Nagradowicki w mieszance z grochem siewnym odmiany wąsolistnej, pastewnej Milwa. Czynnikiem badanym był sposób regulacji zachwaszczenia za pomocą dwóch rodzajów bron: brony zębowej średniej lub brony chwastownika. Doświadczenie obejmowało 11 obiektów: obiekt bez regulacji zachwaszczenia (obiekt kontrolny – K) oraz dziesięć obiektów z regulacją mechaniczną zachwaszczenia (tab. 1). Powierzchnia poletek doświadczalnych wynosiła 36 m².

Tabela 1. Schemat doświadczenia
Table 1. Scheme of the experiment

Obiekty Treatments	Symbol obiektu Abbreviation of treatment	Faza rozwojowa jęcz- mienia wg skali BBCH Development phase of the bar- ley according to the scale BBCH
Bez regulacji zachwaszczenia (obiekt kontrolny) No weed control (control object)	K	-
1 x brona zębowa na początku krzewienia One pass of spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley	Z-1-0	21
1 x brona chwastownik na początku krzewienia One pass of spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley	P-1-0	21
1 x brona zębowa w pełni krzewienia One pass of spike-tooth harrow at full tillering stage of barley	Z-0-1	25
1 x brona chwastownik w pełni krzewienia One pass of spring-tine harrow at full tillering stage of barley	P-0-1	25

Tabela 1. cd.

Table 1. cont.

1 x brona zębowa na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia One pass of spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	Z-1-1	21, 25
1 x brona chwastownik na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia One pass of spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	P-1-1	21, 25
2 x brona zębowa na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia Two passes of spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass one pass at full tillering stage of barley	Z-2-1	21, 25
2 x brona chwastownik na początku krzewienia i 1 x w pełni krzewienia Two passes of spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley and one pass at full tillering stage of barley	P-2-1	21, 25
2 x brona zębowa na początku krzewienia i 2 x w pełni krzewienia Two passes of spike-tooth harrow at the beginning of tillering stage of barley and two passes at full tillering stage of barley	Z-2-2	21, 25
2 x brona chwastownik na początku krzewienia i 2 x w pełni krzewienia Two passes of spring-tine harrow at the beginning of tillering stage of barley and two passes at full tillering stage of barley	P-2-2	21, 25

Glebę do analiz pobrano z poletek dwukrotnie, po drugim terminie bronowania oraz w fazie dojrzałości pełnej mieszanki z warstwy 0–5 cm. Pobrane próbki gleby doprowadzono do stanu powietrznie suchego, a następnie rozdzielono na sucho za pomocą zestawu sit o średnicy oczek: 0,25; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0 i 10,0 mm i zważono. Uzyskane w ten sposób frakcje agregatów utworzyły szereg rozdzielczy, w którym klasami były rozmiary agregatów w poszczególnych frakcjach, a liczebność klasową stanowiły procenty wagowe. Na tej podstawie obliczono średnią ważoną średnicę agregatu (MWD_a) według następującego wzoru:

$$MWD_a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i}{100}$$

gdzie: MWD_a – średnia ważona średnica agregatu – *weighted mean diameter of aggregate dry sieved*, n – liczba klas – *class number*, x_i – *środek klasowy agregatów frakcji i* – *class centre of aggregates of fraction i*, y_i – *procent wagowy agregatów w klasie i* – *percentage by weight of aggregates in class i*

Następnie obliczono wskaźnik struktury gleby (W) oraz wskaźnik rozpylenia gleby (S) według wzorów:

$$W = \frac{\text{masa agregatów o średnicy } 1 - 10 \text{ mm w \%}}{\text{weight of aggregates with diameter } 1 - 10 \text{ mm in \%}}$$

$$S = \frac{\text{masa agregatów o średnicy } < 0,25 \text{ mm w \%}}{\text{weight of aggregates with diameter } < 0.25 \text{ mm in \%}}$$

gdzie:

W – wskaźnik struktury gleby – *soil structure index*, S – wskaźnik rozpylenia gleby – *soil dusting index*

Wodoodporność agregatów oznaczono metodą przesiewania na mokro w aparacie Bakszejewa [Rewut 1980]. Do tego oznaczenia, z uzyskanych agregatów przy przesiewaniu na sucho tworzono 50-gramową próbkę z zachowaniem procentowego udziału poszczególnych frakcji, którą następnie przesiewano na mokro przez zestaw sit. W ten sposób uzyskano frakcje agregatów wodoodpornych (gruzelków), których masę po wysuszeniu wyrażono w procentach wagowych. Analogicznie jak w przypadku przesiewania na sucho, uzyskano szereg rozdzielczy, w którym klasami były rozmiary gruzelków w poszczególnych frakcjach, a liczebnością klasową procenty wagowe. Następnie obliczono średnią ważoną średnicę gruzelka MWDg według wzoru, który zastosowano do obliczenia średniej ważonej średnicy agregatu MWDa. Współczynnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod) obliczono na podstawie wzoru:

$$\text{Wod} = \frac{\text{MWDg}}{\text{MWDa}} \cdot 100\%$$

gdzie: Wod – wskaźnik wodoodporności agregatów glebowych – *water resistance coefficient of the soil aggregates*, MWDg – średnia ważona średnica gruzelka – *weighted mean diameter of aggregates wet sieved*

Ponadto, oznaczono stałą wodoodporności (K):

$$K = \frac{b \cdot 100}{a}$$

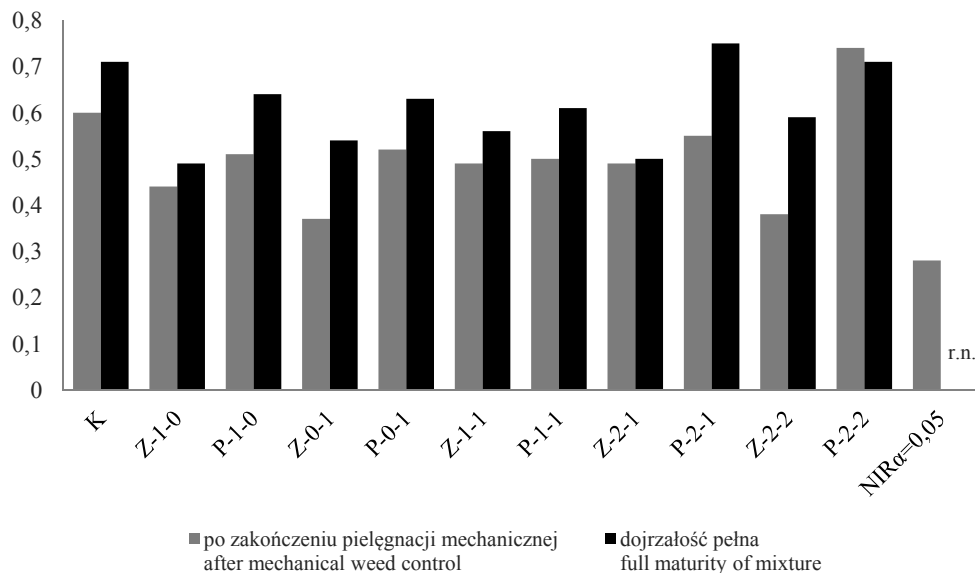
gdzie: K – stała wodoodporności – *waterproofness constant*, a – % agregatów o średnicy > 1 mm przesianych na sucho – *% of aggregates with a diameter > 1 mm dry sieved*, b – % gruzelków o średnicy > 1 mm przesianych na mokro – *% of aggregates with a diameter > 1 mm wet sieved*

Warunki pogodowe w latach 2010–2012 były zróżnicowane. W latach 2011, 2012 kwiecień odznaczał się niskim poziomem opadów. Natomiast w 2010 roku duże opady w maju spowodowały opóźnienie w regulacji zachwaszczenia w mieszance jęczmienia jarego z grochem siewnym. Ponadto, w 2011, w lipcu, odnotowano najwyższą średnią sumę opadów na przestrzeni 3 lat trwania doświadczenia. Opady te wpłynęły na nierównomierne dojrzewanie łanu. Szczegółowe dane dotyczące pogody zostały zawarte we wcześniejszej publikacji [Lejman i in. 2015].

Wyniki badań poddano analizie wariancji. Różnice graniczne określono przez zastosowanie testu Tukeya przy poziomie ufności $\alpha = 0,05$. Obliczenia statystyczne przeprowadzono posługując się programem FR-ANALWAR-3.2 [Rudnicki 2005].

WYNIKI I DYSKUSJA

Istotne zmiany w wartości wskaźnika struktury gleby (W) obserwowano bezpośrednio po zakończeniu zabiegów (rys. 1). Po 4-krotnym bronowaniu broną chwastownikiem wskaźnik ten był istotnie wyższy od wskaźnika uzyskanego po 1-krotnym bronowaniu broną zębową w pełni krzewienia jęczmienia (BBCH 25) i po 4-krotnym bronowaniu (BBCH 21, 25) tym narzędziem. Ponadto, wskaźnik struktury gleby po zabiegach wykonanych broną zębową charakteryzował się nieco niższymi wartościami w porównaniu do wartości tego parametru notowanego po użyciu brony chwastownika. Taką tendencję można także zaobserwować w fazie dojrzałości pełnej mieszanki. Ponadto, w fazie dojrzałości pełnej mieszanki, w porównaniu do gleby niebronowanej, ani termin ani liczba zabiegów bronowania nie różnicowały istotnie wskaźnika struktury gleby.

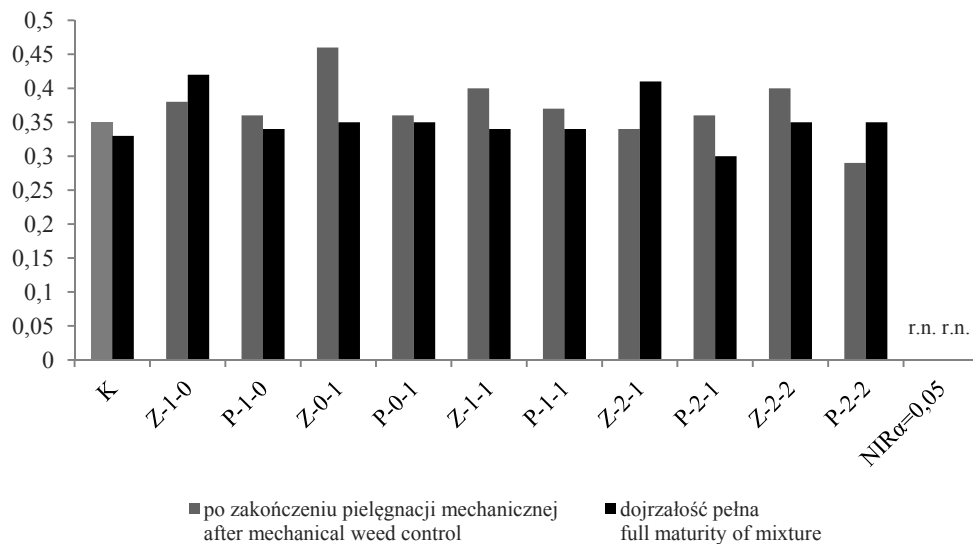


r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Rys. 1. Wskaźnik struktury gleby (W) (średnie z lat 2010–2012)
Fig. 1. Soil structure index (W)(means for years 2010–2012)

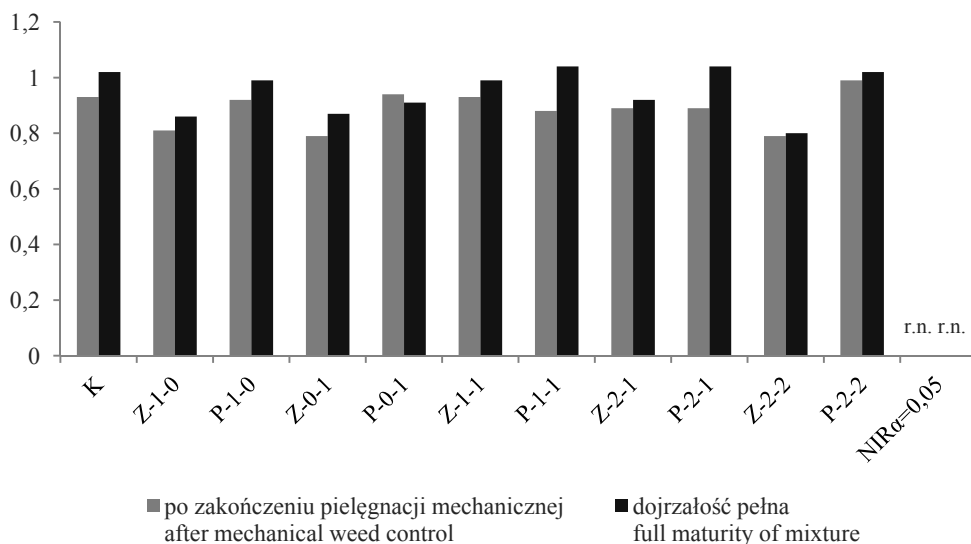
Badania nie wykazały istotnego wpływu bronowania na wskaźnik rozpylenia gleby (S) (rys. 2). Nie odnotowano także istotnego wpływu sposobów bronowania odchwaszczającego na średnią ważoną średnicę agregatu (MWDa) oznaczoną bezpośrednio po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej, a także w okresie dojrzałości pełnej mieszanki jęczmienia z grochem (rys. 3).

Regulacja mechaniczna zachwaszczenia w mieszance jęczmienia z grochem siewnym istotnie różnicowała średnią ważoną średnicę gruzelka (MWDg) (tab. 2). Wysoką wartość MWDg oznaczoną po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej stwierdzono na poletkach bronowanych



r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Rys. 2. Wskaźnik rozpylenia gleby (S) (średnie z lat 2010–2012)
Fig. 2. Soil dusting index (S) (means for years 2010–2012)



r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Rys. 3. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) (średnie z lat 2010–2012)
Fig. 3. Weighted mean diameter of aggregate dry sieved (MWDa) (means for years 2010–2012)

Tabela 2. Wybrane właściwości fizyczne gleby w warstwie 0–5 cm, średnia z lat 2010–2012
 Table 2. Selected physical properties of soil in a layer of 0–5 cm, means for years 2010–2012

Obiekt Trea- -tment	Średnia ważona średnica gruzelka (MWDg) Weighted mean diameter of ag- gregates wet sieved (MWDg) (mm)		Stała wodoodporności (K) Waterproofness constant (K)		Wskaźnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod) Water resistance coefficient of the soil aggregates (Wod) (%)	
	po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej after mecha- nical weed control	dojrzałość pełna mieszanki full ma- turity of mixture	po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej after mecha- nical weed control	dojrzałość pełna mieszanki full ma- turity of mixture	po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej after mecha- nical weed control	dojrzałość pełna mieszanki full ma- turity of mixture
K*	0,47	0,36	64,2	38,2	50,8	37,4
Z-1-0	0,37	0,38	65,0	58,3	47,9	47,7
P-1-0	0,51	0,46	77,3	70,3	57,1	50,2
Z-0-1	0,43	0,43	76,4	71,5	58,4	52,1
P-0-1	0,38	0,45	49,4	68,2	42,3	51,3
Z-1-1	0,40	0,42	55,5	68,7	45,4	49,5
P-1-1	0,42	0,51	55,4	55,6	48,8	50,2
Z-2-1	0,43	0,46	64,5	62,1	49,1	52,1
P-2-1	0,38	0,50	55,7	54,2	44,3	48,6
Z-2-2	0,34	0,48	49,1	77,1	44,7	60,8
P-2-2	0,43	0,45	48,5	63,6	43,1	48,4
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	0,09	0,11	21,7	27,5	10,6	12,5

* Objasnienia w tabeli 1 – Explanation in table 1

jednokrotnie broną chwastownikiem na początku krzewienia (BBCH 21). Istotnie mniejszymi wartościami MWDg odznaczała się gleba z poletek bronowanych jednokrotnie broną zębową na początku krzewienia jęczmienia (BBCH 21), 2- i 4-krotnie tą samą broną, a także z poletek bronowanych broną chwastownikiem jednokrotnie w pełni krzewienia jęczmienia oraz 3-krotnie (BBCH 25, BBCH 21, 25). Różnice te wynosiły odpowiednio 27,5%, 21,6%, 33,3% oraz 25,5% i 25,5%. W porównaniu z glebą niebronowaną istotny, ujemny wpływ na średnicę gruzelka miało jednokrotne bronowanie broną zębową na początku krzewienia jęczmienia (BBCH 21) oraz 4-krotne zastosowanie tego narzędzia (BBCH 21, 25). Istotnie ujemny wpływ odnotowano także, po jednokrotnym bronowaniu broną chwastownikiem w pełni krzewienia komponentu zbożowego (BBCH 25) i 3-krotnym użyciu tej brony (BBCH 21, 25).

W okresie dojrzałości pełnej najniższą wartością MWDg charakteryzowała się gleba z poletek bez regulacji zachwaszczenia. Nie zgadza się to z wynikami Gilberta i in. [2009], którzy notowali nieznacznie niższe wartości badanej cechy na poletkach bronowanych. Wspomniani autorzy donoszą, że zmiany w wartości MWDg były niewielkie i nie zależały od intensywności i terminu przeprowadzonego zabiegu odchwaszczającego. W badaniach własnych istotny

wzrost wartości MWDg odnotowano po 2- i 3-krotnym bronowaniu broną chwastownikiem o odpowiednio 41,7% i 38,9%, a także po 4-krotnym użyciu brony zębowej, o 33,3%. Biorąc pod uwagę wyłącznie mieszanki bronowane, stwierdzono niewielkie zróżnicowanie MWDg gleby między nimi. W porównaniu z wartością wskaźnika obserwowaną po dwukrotnym bronowaniu broną chwastownikiem, jednokrotne bronowanie broną zębową na początku krzewienia (BBCH 21) spowodowało istotną redukcję MWDg, o 25,5%.

Odnotowane wzrosty średniej ważonej średnicy gruzełka mogą być rezultatem pozostawiania w glebie najtrwalszych gruzełków na poletkach najintensywniej bronowanych, które przy przesiewaniu na mokro nie uległy zniszczeniu.

Analiza wyników wykazała istotny wpływ bronowania na stałą wodoodporność agregatów (K), która charakteryzuje wodoodporność agregatów glebowych o średnicy powyżej 1 mm. Najwyższym wskaźnikiem K po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej charakteryzowała się gleba na poletkach bronowanych jednokrotnie broną chwastownikiem na początku krzewienia jęczmienia (BBCH 21). Zbliżoną wartością wskaźnika odznaczała się gleba po zastosowaniu również jednokrotnego bronowania broną zębową, ale w pełni krzewienia jęczmienia (BBCH 25). Istotnie mniejszą stałą wodoodporności agregatów odnotowano na poletkach bronowanych jednokrotnie broną chwastownikiem w pełni krzewienia jęczmienia jarego oraz 2- i 4-krotnie broną chwastownikiem i broną zębową.

W okresie dojrzałości pełnej najwyższą wartością stałej wodoodporności agregatów odznaczała się gleba na poletkach bronowanych czterokrotnie broną zębową. Zbliżone wartości K odnotowano na poletkach, gdzie bronowanie wykonywane było jednokrotnie broną chwastownikiem na początku krzewienia komponentu zbożowego (BBCH 21) oraz jednokrotnie broną zębową w pełni krzewienia jęczmienia (BBCH 25). Wartości te, były istotnie większe od stałej wodoodporności agregatów gleby na poletkach bez regulacji zachwaszczenia.

Bronowanie istotnie różnicowało wskaźnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod), oznaczony po zakończeniu mechanicznej pielęgnacji roślin. Największym wskaźnikiem w tym okresie odznaczała się gleba na poletkach bronowanych jednokrotnie broną zębową w pełni krzewienia jęczmienia (BBCH 25). Zbliżoną wodoodporność agregatów odnotowano po jednokrotnym bronowaniu broną chwastownikiem na początku krzewienia komponentu zbożowego (BBCH 21) mieszanki jęczmienia z grochem. Istotnie mniejsze wartości tego wskaźnika stwierdzono na poletkach bronowanych jednokrotnie w pełni krzewienia jęczmienia (BBCH 25) oraz 3- i 4-krotnie broną chwastownikiem, a także bronowanych 2- i 4-krotnie broną zębową. Nie stwierdzono istotnych różnic w wodoodporności agregatów glebowych między mieszanką niebronowaną, a mieszankami, w których wykonano ten zabieg.

W okresie dojrzałości pełnej najwyższym wskaźnikiem wodoodporności agregatów charakteryzowała się gleba po 4-krotnym bronowaniu mieszanki jęczmienia z grochem siewnym broną zębową. Istotnie mniejsze wartości wskaźnika notowano na poletkach bez regulacji zachwaszczenia oraz bronowanych jednokrotnie na początku krzewienia komponentu zbożowego (BBCH 21) broną zębową.

WNIOSKI

1. Bronowanie pielęgnacyjne w mieszance jęczmienia z grochem wpłynęło na średnią ważoną średnicę gruzełka (MWDg), stałą wodoodporność (K) oraz wskaźnik wodoodporności (Wod), jednakże wpływ ten nie tworzył wyraźnych tendencji w kształtowaniu się wskaźników struktury gleby w zależności od intensywności zabiegów, terminów ich wykonania oraz zastosowanego narzędzia.

2. Nie odnotowano istotnych zmian wskaźnika rozpylenia gleby (S) oraz średniej ważonej średnicy agregatów (MWDa) pod wpływem bronowania pielęgnacyjnego.

PIŚMIENNICTWO

- Angers D.A., Samson N., Lègère A. 1993. Early changes in water-stable aggregation induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Can. J. Soil Sci.* 73: 51–59.
- Armengot L., José-María L., Chamorro L., Sans F.X. 2012. Weed harrowing in organically grown cereal crops avoids yield losses without reducing weed diversity. *Agron. Sustain. Dev.* 33: 405–411.
- Banaszkiewicz T. 2005. Dynamika zachwaszczenia pola w zależności od uprawy wybranych gatunków roślin oraz sposobów zwalczania chwastów w jęczmieniu jarym. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 4(1): 17–24.
- Bromm J., Howse S., Frick B. 2008. Harrowing on Saskatchewan farms. Final Research Report W2008-15: s. 4.
- Cierpiała R., Wesołowski M. 2009. Wpływ terminu bronowania na plonowanie pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 26(3): 25–33.
- Gawrońska-Kulesza A., Suwara I. 1989. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia na strukturę gruzelkową gleby. *Rocz. Glebozn.* 40(1): 13–20.
- Giemza-Mikoda M., Waclawowicz R., Zimny L., Malak D. 2011. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego i wzrastających dawek azotu na wskaźniki struktury roli. *Fragm. Agron.* 28(3): 16–25.
- Gilbert P. A., Vanasse A., Angers D. 2009. Harrowing for weed control: Impacts on mineral nitrogen dynamics, soil aggregation and wheat production. *Soil Till. Res.* 103: 373–380.
- Hruszka M. 2004. Wpływ sposobów pielęgnacji na poziom plonowania pszenżyta ozimego. *Ann. UMCS, Sect. E Agricultura* 59(3): 1023–1028.
- Hruszka M. 2006. Wpływ sposobu regulacji zachwaszczenia na plonowanie i wartość paszową nasion bobiku. *Pam. Puł.* 42: 137–145.
- Idziak R., Michalski T., Osiecka B. 2007. Zachwaszczenie i plonowanie mieszanek jęczmienia jarego z owsem w warunkach zróżnicowanej ochrony chemicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 516: 55–63.
- Jastrzębska M., Bogucka B., Hruszka M. 2007. Następstwo roślin i proekologiczne sposoby regulacji zachwaszczenia a bioróżnorodność chwastów w bobiku. *Acta Agrophys.* 10(2): 357–371.
- Kurstjens D.A.G., Perdok U.D., Goense D. 2000. Selective uprooting by weed harrowing on sandy soils. *Weed Res.* 40: 431–447.
- Lejman A., Ogórek R., Sobkowicz P. 2015. The effect of mechanical weed control in barley-pea mixture on colonization of barley grain by fungi. Part I. *Pol. J. Environ. Stud.* 24(1): 141–149.
- Liszka-Podkowa A., Sowiński J. 2008. Effectiveness of different weed control methods on maize hybrids cultivated for silage. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(4): 61–69.
- Melander B. 2006. Current achievements and future directions of physical weed control in Europe. AFPP-Third International Conference on Non-Chemical Crop Protection Methods. Lille, France, 13–15 March 2006: 49–58.
- Michalski T., Idziak R. 2011. Zachwaszczenie pielęgnowanych mechanicznie zbóż jarych uprawianych na glebie lekkiej w warunkach braku nawożenia mineralnego. *Prog. Plant Prot.* 51(1): 464–468.
- Mouazen A.M., Duerinckx K., Ramon H., Anthonis J. 2007. Soil influences on the mechanical actions of a flexible spring tine during selective weed harrowing. *Biosyst. Eng.* 96(1): 7–18.
- Padro G., Cirujeda A., Aibar J., Caverio J., Zaragoza C. 2008. Weed harrowing in winter cereal under semi-arid conditions. *Span. J. Agric. Res.* 6: 661–670.
- Paluszek J. 2011. Kryteria oceny jakości fizycznej gleb uprawnych Polski. *Biosyst. Eng., Rozpr. i Monogr.* 191: ss. 139.
- Rewut I.B. 1980. *Fizyka gleby*. PWRiL, Warszawa: ss. 384.
- Rudnicki F. 2005. *Pakiet obliczeniowy FR-ANALWAR*, Bydgoszcz.

- Rueda-Ayala V.P., Rasmussen J., Gerhards R., Fournaise N.E. 2011. The influence of post-emergence weed harrowing on selectivity, crop recovery and crop yields in different growth stages of winter wheat. *Weed Res.* 51: 478–488.
- Sadowski T., Rychcik B. 2007. Porównanie efektów chemicznej i mechanicznej regulacji zachwaszczenia żyta ozimego. *Prog. Plant Prot.* 47(3): 254–257.
- Six J., Elliott E. T., Paustiana K. 1999. Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 1350–1358.
- Suwara I., Gawrońska-Kulesza A. 2011. Wpływ roślin uprawianych w wąskie i szerokie rzędy na strukturę gleby. *Fragm. Agron.* 28(2): 98–105.
- Wacławowicz R., Parylak D., Maziarek A. 2012. Zmiany wskaźników struktury gleby pod wpływem zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 29(2): 123–133.
- Wacławowicz R., Tendziagolska E. 2008. Długotrwałe oddziaływanie nawożenia organicznego i azotowego na wskaźniki struktury roli. *Prob. Inż. Rol.* 2: 81–90.
- Whitbread A.M. 1995. Soil organic matter: its fractionation and role in soil structure. In: *Soil organic matter management for sustainable agriculture*. Lefroy R.D.B., Blair G.J., Craswell E.T. (ed.). ACIAR Proceed. Ubon Thailand, 24-26 August 1994, 56: 124–130.

A. LEJMAN, P. SOBKOWICZ, R. OGÓREK

THE INFLUENCE OF INTENSITY OF HARROWING IN MIXTURE OF BARLEY AND PEA ON GRANULAR STRUCTURE OF SOIL

Summary

The paper presents the results of research from the years 2010–2012. The aim of the study was to determine whether time of harrowing, number of passes with harrow and the type of harrow have an impact on the structure of soil surface. The single-factor field experiment was conducted using randomized complete block design on sandy soil. Analysis of the results showed an ambiguous effect of harrowing on the properties of surface layer of the soil. In spite of that, at full maturity of barley-pea mixture, mean weight diameter of water stable aggregate from harrowed plots was significantly higher in relation to the unharrowed plots. It also depended on the intensity of the treatment and type of harrow.

Key words: harrowing, barley-pea mixture, granular structure of soil

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 9.10.2015

Do cytowania – *For citation*:

Lejman A., Sobkowicz P., Ogórek R. 2016. Wpływ intensywności bronowania pielęgnacyjnego mieszanki jęczmienia z grochem siewnym na strukturę gruzelkową gleby. *Fragm. Agron.* 33(1): 55–64.