

WPLYW UPRAWY PRZEDZIMOWEJ I MULCZU Z ROŚLIN
OKRYWAJĄCYCH NA RETENCJĘ WODY, ZAGĘSZCZENIE
I POROWATOŚĆ DYFERENCYJNĄ GLEBY
PO PRZEZIMOWANIU*

Tadeusz Kęsik, Mirosław Konopiński, Marzena Błażewicz-Woźniak

Katedra Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych, Akademia Rolnicza
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: tadeusz.kesik@ar.lublin.pl

Streszczenie. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2004-2005 na glebie pło-
wej, wytworzonej z gliny średniej pylastej. W badaniach uwzględniono 3 sposoby przedzimowej
uprawy roli: 1) orkę przedzimową bez roślin mulczujących; 2) mulcz z roślin okrywających (żyto
jare i wyka siewna) + talerzowanie przed zimą; 3) mulcz z roślin okrywających – bez uprawy prze-
dzimowej. Po okresie zimowego osiadania gleby, przed rozpoczęciem wiosennej uprawy przed-
siewnej, w warstwach gleby 0-20 i 20-40 cm oznaczono: wilgotność aktualną gleby, połowę pojem-
ność wodną (pF 2,2), zasoby wody: użytecznej dla roślin (pF 2,2-4,2), łatwo dostępnej (pF 2,2-3),
zasoby wody w punkcie trwałego wędnięcia (pF 4,2), gęstość objętościową gleby, porowatość
ogólną, objętość makroporów ($\emptyset > 30\mu\text{m}$), objętość mezoporów (30-0,2 μm), objętość mikroporów
($\emptyset < 0,2 \mu\text{m}$). Wiosną, przed rozpoczęciem prac przedsięwziętych wilgotność gleby (0-40 cm) była
najwyższa na obiektach z mulczem roślin okrywających bez uprawy przedzimowej. Po orce prze-
dzimowej gospodarka wodna gleby kształtowała się korzystniej niż po talerzowaniu. Nie stwierdzo-
no istotnego wpływu sposobów uprawy na zmiany polowej pojemności wodnej oraz ilość wody
użytecznej dla roślin. Orka przedzimowa w porównaniu z talerzowaniem i mulczowaniem bez
uprawy wpłynęła dodatnio na zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin. Ściółka z roślin okrywowych
wpłynęła na zmniejszenie zagęszczenia gleby w warstwie ornej.

Słowa kluczowe: uprawa przedzimowa, mulcze roślinne, retencja wody, zagęszczenie gleby,
porowatość dyferencyjna

*Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 2PO6R 06026 finansowanego przez KBN.

WSTĘP

W rolnictwie światowym od wielu lat upowszechnia się zasada, że uprawa roli powinna być możliwie uproszczona, jak najmniej energochłonna, ale równocześnie taka, aby stwarzała dobre warunki kiełkowania nasion i wschodów oraz dalszego wzrostu i plonowania roślin [2,7]. Spośród wielu uproszczonych systemów uprawy, szczególnego znaczenia nabiera uprawa konserwująca, która łączy w sobie efekt ekonomiczny z działaniem proekologicznym, ochronnym w stosunku do gleby. W uprawie tej masa międzyplonowych roślin okrywających, wysiewanych w końcu lata i pozostawionych na polu do wiosny, częściowo mieszana jest z glebą podczas wykonywania uprawek spulchniających, a częściowo pozostaje na powierzchni pola [3,11]. Okrycie powierzchni gleby masą organiczną w postaci mulczu zapobiega erozji wodnej i wietrznej, wpływa korzystnie na strukturę gleby, zmniejsza jej zlewność i zapobiega zaskorupianiu, poprawia infiltrację i retencję wody, ogranicza parowanie wody z gleby, zmniejsza straty azotu w okresie zimowym, ogranicza zachwaszczenie, korzystnie wpływa na aktywność mikrobiologiczną gleby [1,2,6,8]. Jeśli chodzi o skutki oddziaływania modyfikacji uprawy roli na fizyczne i chemiczne właściwości gleby, aktywność biologiczną i plonowanie roślin, to trzeba podkreślić, że poglądy na ten temat zawarte w piśmiennictwie są bardzo rozbieżne. Tę rozbieżność wyników można tłumaczyć prowadzeniem badań w różnych warunkach klimatyczno-glebowych, a także wpływem uprawianych roślin na środowisko glebowe, wyrażającym się między innymi zużyciem różnych ilości wody na wytworzenie plonu, oddziaływaniem na strukturę gruzełkową gleby, osłanianiem powierzchni gleby i ochroną przed niekorzystnym oddziaływaniem czynników zewnętrznych i wieloma innymi zależnościami. Wydaje się, że jednym z ważnych zagadnień jest ustalenie, w jakim stopniu zmieniają się właściwości gleby w wyniku stosowania modyfikacji przedsiwowej uprawy roli w połączeniu z mulczującymi roślinami okrywowymi, a szczególnie jak kształtuje się retencja wody i stan zagęszczenia gleby po przezimowaniu, w momencie rozpoczęcia wiosennych prac uprawowych.

MATERIAŁ I METODY

Niniejsze opracowanie stanowi wycinek badań realizowanych w ramach projektu badawczego pt. „Uprawa konserwująca w proekologicznej produkcji warzyw”. Doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2004-2005 na glebie płowej, wytworzonej z gliny średniej pylastej w Gospodarstwie Doświadczalnym Felin. Spośród 9 obiektów doświadczenia polowego, uwzględniającego różnorodne kombinacje uprawowe w połączeniu z mulczowaniem gleby poplonowymi roślinami mulczującymi (żyto jare i wyka siewna), stosowane pod cebulę, do

prezentacji wybrano 3 obiekty: 1) obiekt kontrolny – orka przedzimowa bez roślin mulczujących; 2) mulcz z roślin okrywających + talerzowanie przed zimą; 3) mulcz z roślin okrywających bez uprawy. Określenie mulcz z roślin okrywających oznacza uśrednione wyniki z obiektów uwzględniających mulcz z żyta jarego i mulcz z wyki siewnej, z uwagi na brak istotnych różnic badanych właściwości gleby w zależności od rodzaju mulczu.

Rokrocznie przed rozpoczęciem wiosennych prac polowych pobierano próby gleby w 3 powtórzeniach z warstw: 0-20 i 20-40 cm do cylindrów metalowych o pojemności 100 cm³, nie naruszając tekstury gleby. Wilgotność aktualną gleby oznaczono metodą suszarkowo-wagową. Na podstawie wartości wilgotności aktualnej i gęstości objętościowej określono zapas wody w glebie, wyrażony w mm dla badanych warstw gleby. Wilgotność aktualną gleby wyrażono też jako wilgotność względną w stosunku do polowej pojemności wodnej wagowej. W Instytucie Agrofizyki PAN oznaczono pF gleby posługując się najnowszą aparaturą (Pressure Chambers. Measuring set 012, Soil Moisture Equipment, Santa Barbara, Ca, USA). Na podstawie uzyskanych wyników pF, opracowano charakterystyki hydrofizyczne gleby oraz porowatość dyferencyjną gleby [9,10]:

- retencję wody odpowiadającej polowej pojemności wodnej (% cm³·cm⁻³) oznaczono dla pF 2,2;
- zasoby wody użytecznej (% cm³·cm⁻³) dla roślin (pF 2,2-4,2);
- zasoby wody łatwo dostępnej (% cm³·cm⁻³) dla roślin (pF 2,2-3);
- zasoby wody trudno dostępnej (% cm³·cm⁻³) dla roślin (pF 3-4,2);
- zasoby wody (% cm³·cm⁻³) w punkcie trwałego wędnięcia roślin (pF 4,2);
- porowatość ogólną gleby (% cm³·cm⁻³) (pF 0);
- objętość makroporów (Ø > 30 µm) oznaczono jako różnicę pomiędzy pF 0 i pF 2 (% cm³·cm⁻³);
- objętość mezoporów (Ø 30-0,2 µm) oznaczono jako różnicę pomiędzy pF 2 i pF 4,2;
- objętość mikroporów (Ø < 0,2 µm) wyliczono z różnicy pomiędzy porowatością ogólną gleby a sumą objętości makroporów i mikroporów.

WYNIKI I DYSKUSJA

Rośliny międzyplonowe w okresie jesiennym, poprzedzającym uprawę cebuli, wytworzyły obfitą masę zieloną, która pozostawiona na powierzchni pola przemarzła podczas zimy, tworząc warstwę mulczu, chroniącego powierzchnię gleby przed niszczącym wpływem czynników zewnętrznych. Wiosną, przed rozpoczęciem prac przedzimowych, wilgotność warstwy gleby 0-40 cm była najwyższa na obiekcie z mulczem bez uprawy przedzimowej i wynosiła 19,4% (tab. 1).

Tabela 1. Wilgotność gleby oraz polowa pojemność wodna wagowa po przezimowaniu
Table 1. Soil moisture and field water capacity of soil after winter time

| Uprawa przedzimowa Pre-winter tillage | Warstwa gleby Soil layer (cm) | Wilgotność aktualna Actual moisture (%) | | | Zapas wody Water resources (mm) | | | Połowa pojemność wodna Field water capacity (%) | | | Wilgotność względna Relative humidity (%) | | |
|---|--|---|------|-----------------|---------------------------------------|-------|-----------------|--|------|-----------------|---|------|-----------------|
| | | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean |
| Orka Ploughing | 0-20 | 18,4 | 18,6 | 18,5 | 51,0 | 50,8 | 50,9 | 21,1 | 21,4 | 21,3 | 87,0 | 86,7 | 86,9 |
| | 20-40 | 18,8 | 17,8 | 18,3 | 58,8 | 50,6 | 54,7 | 19,3 | 21,2 | 20,3 | 97,2 | 84,0 | 90,6 |
| | 0-40 | 18,6 | 18,2 | 18,4 | 109,8 | 101,4 | 105,6 | 20,2 | 21,3 | 20,8 | 92,1 | 85,4 | 88,8 |
| Mulcz + talerzowanie Mulch + disk harrow | 0-20 | 16,5 | 18,0 | 17,3 | 53,7 | 52,2 | 52,9 | 19,9 | 22,9 | 21,4 | 82,9 | 78,5 | 80,7 |
| | 20-40 | 16,8 | 16,8 | 16,8 | 55,5 | 52,7 | 54,1 | 17,8 | 19,3 | 18,6 | 94,4 | 86,8 | 90,6 |
| | 0-40 | 16,6 | 17,4 | 17,0 | 109,2 | 104,9 | 107,0 | 18,9 | 21,1 | 20,0 | 88,6 | 82,6 | 85,6 |
| Mulcz (bez uprawy) Mulch (without tillage) | 0-20 | 19,4 | 21,5 | 20,5 | 58,9 | 62,4 | 60,6 | 20,5 | 22,9 | 21,7 | 94,6 | 93,9 | 94,3 |
| | 20-40 | 18,6 | 18,1 | 18,3 | 58,4 | 54,6 | 56,5 | 18,9 | 19,5 | 19,2 | 98,9 | 93,0 | 95,9 |
| | 0-40 | 19,0 | 19,8 | 19,4 | 117,3 | 117,0 | 117,1 | 19,7 | 21,2 | 20,5 | 96,8 | 93,5 | 95,1 |
| Średnio Mean | 0-20 | 18,1 | 19,4 | 18,8 | 54,5 | 55,1 | 54,8 | 20,5 | 22,4 | 21,5 | 88,2 | 86,4 | 87,3 |
| | 20-40 | 18,1 | 17,6 | 17,8 | 57,6 | 52,6 | 55,1 | 18,7 | 20,0 | 19,3 | 96,8 | 87,9 | 92,4 |
| | 0-40 | 18,1 | 18,5 | 18,3 | 112,1 | 107,7 | 109,9 | 19,6 | 21,2 | 20,4 | 92,5 | 87,1 | 89,8 |
| NIR ($P = 0,05$) pomiędzy: LSD ($P = 0,05$) between: | | | | | | | | | | | | | |
| Uprawą przedzimową Pre-winter tillage | | 2,0 | | | 7,2 | | | r.n. – n.s. | | | 6,4 | | |
| Warstwami gleby – Soil layers | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | |
| Latami – Years | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | |

Istotnie najmniejszą wilgotność gleby w tym czasie odnotowano na obiektach z mulczami roślin okrywających talerzowanych przed zimą (17%). Na obiektach z orką przedzimową bez roślin mulczujących wilgotność gleby była mniejsza (18,4%) niż pod mulczami bez uprawy przedzimowej. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy wilgotnością warstwy ornej (0-20 cm) i warstwy podornej (20-40 cm). Wykazano także brak istotności różnic pomiędzy wilgotnością gleby w kolejnych latach badań. Wilgotność względna gleby przed rozpoczęciem wiosennych prac polowych wynosiła średnio 89,8% w stosunku do połowej pojemności wodnej wagowej i była najwyższa pod roślinami mulczującymi; w warstwie 0-40 cm wynosiła 95,1%, podczas gdy na obiektach mulczowanych i talerzowanych przed zimą tylko 85,6%, a na kontroli po orce przedzimowej 88,8%. Ujawniła się w ten sposób ochronna rola mulczujących roślin okrywowych pozostawionych na powierzchni pola w stosunku do wody zgromadzonej w glebie w okresie zimy. Potwierdzeniem tej zależności był także zapas wody, który w warstwie 0-40 cm na obiekcie z mulczem roślin okrywających wynosił 117,1 mm, podczas gdy po orce 105,5 mm, a po talerzowaniu 107 mm. Podobne wyniki badań uzyskano w doświadczeniach z mulczowaniem międzyplonowymi roślinami okrywowymi (gorczyca biała, wyka siewna, facelia, owies), w których wykazano korzystny ich wpływ na gospodarkę wodną gleby, kształtowaną bezpośrednio po zimie, przed rozpoczęciem wiosennych prac polowych [5]. Natomiast korzystny wpływ orki przedzimowej na wilgotność gleby w okresie wczesnowiosennym w porównaniu z różnymi wariantami uproszczeń uprawy przedzimowej wykazano także we wcześniej przeprowadzonych doświadczeniach [4].

Połowa pojemność wodna wagowa gleby (tab. 1) oraz połowa pojemność wodna objętościowa gleby (tab. 2) po przezimowaniu nie różniły się istotnie pomiędzy porównywanymi sposobami uprawy. Wyjaśnienie tego zjawiska znajduje uzasadnienie w opracowaniu Walczaka i in. [10], którzy na podstawie licznych badań stwierdzili, że zmienność i zróżnicowanie połowej pojemności wodnej kształtują cztery czynniki: rozkład granulometryczny i jego jednorodność w profilu gleby, rodzaj utworu glebowego oraz zawartość próchnicy. Natomiast gleby wytworzone z lessu, zdaniem cytowanych autorów, wykazują względnie jednorodną połową pojemność wodną w profilu gleby. W przeprowadzonym doświadczeniu warstwa orna gleby (0-20 cm) charakteryzowała się wyższą wartością tej cechy o 1% w porównaniu z warstwą podorną (20-40 cm). Różnicę tę należy uznać za niezbyt wysoką. Uzyskane wyniki wskazują, że glebę, na której przeprowadzono doświadczenia polowe można zaliczyć do grupy gleb o średnich wartościach połowej pojemności wodnej [10].

Retencja wody w punkcie trwałego więdnięcia roślin (pF 4,2) wynosiła średnio 7% dla wszystkich obiektów (tab. 2). Tę wartość omawianego parametru należy uznać za średnią charakterystyczną dla gleb brunatnych i pseudobielicowych,

wytworzonych z lessów i utworów lessowatych [10]. Różnice pomiędzy analizowanymi warstwami gleby oraz latami badań były nieistotne, natomiast zaznaczył się korzystny wpływ orki przedzimowej, wyrażający się zmniejszeniem retencji wodnej w punkcie trwałego wędnięcia w porównaniu z obiektami z uproszczoną uprawą przedzimową (mulcz bez uprawy i mulcz z talerzowaniem).

Tabela 2. Polowa pojemność wodna gleby po przezimowaniu % ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) oraz retencja wody w punkcie trwałego wędnięcia roślin % ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

Table 2. Field water capacity of soil after winter time % ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) and water retention at the stable wilting point of plants % ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)

| Uprawa przedzimowa Pre-winter tillage | Warstwa gleby Soil layer cm | Polowa pojemność wodna Field water capacity (pF 2,2) | | | Punkt trwałego wędnięcia Stable wilting point (pF 4,2) | | |
|--|-----------------------------------|---|------|-----------------|---|------|-----------------|
| | | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean |
| Orka Ploughing | 0-20 | 29,1 | 29,5 | 29,3 | 6,8 | 6,6 | 6,7 |
| | 20-40 | 28,1 | 33,0 | 30,6 | 6,0 | 6,3 | 6,1 |
| | 0-40 | 28,6 | 31,3 | 30,0 | 6,4 | 6,4 | 6,4 |
| Mulcz + talerzowanie Mulch + disk harrow | 0-20 | 31,3 | 31,3 | 31,3 | 7,7 | 7,1 | 7,4 |
| | 20-40 | 29,0 | 28,3 | 28,7 | 6,9 | 7,5 | 7,2 |
| | 0-40 | 30,1 | 29,8 | 30,0 | 7,3 | 7,3 | 7,3 |
| Mulcz (bez uprawy) Mulch (without tillage) | 0-20 | 30,4 | 30,9 | 30,7 | 7,5 | 6,7 | 7,1 |
| | 20-40 | 29,6 | 28,6 | 29,1 | 8,2 | 6,7 | 7,5 |
| | 0-40 | 30,0 | 29,8 | 29,9 | 7,9 | 6,7 | 7,3 |
| Średnio Mean | 0-20 | 30,3 | 30,6 | 30,5 | 7,3 | 6,8 | 7,1 |
| | 20-40 | 28,9 | 30,0 | 29,5 | 7,0 | 6,8 | 6,9 |
| | 0-40 | 29,6 | 30,3 | 30,0 | 7,1 | 6,8 | 7,0 |
| NIR ($P = 0,05$) pomiędzy: LSD ($P = 0,05$) between: Uprawą przedzimową r.n. – n.s. | | | | | 0,6 | | |
| Pre-winter tillage Warstwami gleby – Soil layers 0,8 | | | | | r.n. – n.s. | | |
| Latami – Years r.n. – n.s. | | | | | r.n. – n.s. | | |

Ilość wody użytecznej dla roślin (potencjalnie użyteczna retencja) stanowi jeden z podstawowych wskaźników waloryzujących rolnicze właściwości gleb. W warunkach głębokiego występowania poziomu wód gruntowych i braku styczności warstwy korzeniowej ze strefą podsiąku kapilarnego decyduje ona o możliwości wegetacji roślin w okresach międzyopadowych [10]. W przeprowadzonym doświadczeniu zasoby tej wody wynosiły średnio dla warstwy gleby 0-40 cm

23% (tab. 3) i ten stan należy ocenić jako dość dobry. Analiza statystyczna uzyskanych wyników nie wykazała istotnego wpływu zróżnicowanej uprawy przedzimowej na kształtowanie tej cechy. Zaznaczyła się jedynie tendencja korzystniejszego wpływu orki przedzimowej w porównaniu z mulczowaniem bez uprawy i talerzowania, co zapewne koresponduje z wcześniej wykazanym zmniejszeniem retencji wody w punkcie trwałego więdnięcia.

Tabela 3. Retencja wody użytecznej w glebie po przezimowaniu (% $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

Table 3. Retention of available water in soil after winter time (% $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)

| Uprawa przedzimowa Pre-winter tillage | Warstwa gleby Soil layer cm | Woda użyteczna Available water (pF 2,2-4,2) | | | Woda łatwo dostępna Easily accessible water (pF 2,2-3,0) | | | Woda trudno dostępna Hard accessible water (pF 3,0-4,2) | | |
|---|-----------------------------------|---|------|-----------------|---|------|-----------------|--|------|-----------------|
| | | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean |
| Orka Ploughing | 0-20 | 22,3 | 22,9 | 22,6 | 5,7 | 8,0 | 6,9 | 16,6 | 14,9 | 15,7 |
| | 20-40 | 22,1 | 26,7 | 24,4 | 7,7 | 8,1 | 7,9 | 14,4 | 18,6 | 16,5 |
| | 0-40 | 22,2 | 24,8 | 23,5 | 6,7 | 8,1 | 7,4 | 15,5 | 16,7 | 16,1 |
| Mulcz + talerzowanie Mulch + disk harrow | 0-20 | 23,6 | 24,2 | 23,9 | 4,4 | 8,3 | 6,4 | 19,2 | 15,9 | 17,5 |
| | 20-40 | 22,1 | 21,3 | 21,7 | 5,0 | 5,7 | 5,3 | 17,1 | 15,6 | 16,4 |
| | 0-40 | 22,8 | 22,8 | 22,8 | 4,7 | 7,0 | 5,9 | 18,1 | 15,8 | 16,9 |
| Mulcz (bez uprawy) Mulch (without tillage) | 0-20 | 22,9 | 24,2 | 23,6 | 5,5 | 6,3 | 5,9 | 17,4 | 17,9 | 17,7 |
| | 20-40 | 21,4 | 21,8 | 21,6 | 8,0 | 6,9 | 7,0 | 13,4 | 14,9 | 14,6 |
| | 0-40 | 22,2 | 23,0 | 22,6 | 6,8 | 6,6 | 6,5 | 15,4 | 16,4 | 16,1 |
| Średnio Mean | 0-20 | 22,9 | 23,8 | 23,4 | 5,2 | 7,5 | 6,4 | 17,7 | 16,2 | 17,0 |
| | 20-40 | 21,9 | 23,3 | 22,6 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 15,0 | 16,4 | 15,7 |
| | 0-40 | 22,4 | 23,6 | 23,0 | 6,1 | 7,2 | 6,6 | 16,3 | 16,4 | 16,4 |
| NIR ($P = 0,05$) pomiędzy: LSD ($P = 0,05$) between: | | | | | | | | | | |
| Uprawą przedzimową | | | | | | | | | | |
| r.n. – n.s. | | | | 1,2 | | | | r.n. – n.s. | | |
| Pre-winter tillage | | | | | | | | | | |
| Warstwami gleby – Soil layers | | | | | | | | | | |
| r.n. – n.s. | | | | r.n. – n.s. | | | | r.n. – n.s. | | |
| Latami – Years | | | | | | | | | | |
| r.n. – n.s. | | | | r.n. – n.s. | | | | r.n. – n.s. | | |

Orna warstwa gleby (0-20 cm) obiektów mulczowanych, charakteryzowała się nieco większymi zasobami wody użytecznej w porównaniu z warstwą podorną (20-40 cm) tych obiektów, mimo braku istotności różnic. Natomiast w obiektach z orką przedzimową, bez roślin mulczujących większymi zasobami wody uży-

tecznej dla roślin charakteryzowała się warstwa podorna (20-40 cm) w porównaniu z warstwą orną (0-20 cm).

W ogólnych zasobach wody użytecznej dla roślin można wyróżnić ilość wody łatwo dostępnej w przedziale wartości pF 2,2-3 oraz trudno dostępnej dla roślin (pF 3-4,2). Według cytowanego opracowania [10], gleby orne Polski charakteryzują się stosunkowo niskimi zapasami wody łatwo dostępnej. Wyniki uzyskane z doświadczeń potwierdzają tę tezę, bowiem średnie zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin wynosiły dla warstwy 0-40 cm tylko 6,6%. Na kształtowanie tej cechy dodatnim wpływem odznaczała się orka przedzimowa w porównaniu z talerzowaniem i mulczowaniem bez uprawy. Korzystne oddziaływanie orki przedzimowej na kształtowanie zasobów wody łatwo dostępnej dla roślin uwidoczniło się po okresie zimowego osiadania gleby, przed rozpoczęciem wiosennych prac polowych. Zasoby wody trudnodostępnej dla roślin były znacznie większe niż wody łatwo dostępnej i wynosiły średnio dla warstwy gleby 0-40 cm 16,4%. Nie stwierdzono istotnego wpływu wykonanych zabiegów uprawowych na kształtowanie tej cechy.

Po przezimowaniu, przed wykonaniem wiosennych uprawek przedsiewnych pod cebulę, gęstość gleby w warstwie ornej wynosiła średnio $1,46 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, a w warstwie podornej $1,54 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Najmniejszą gęstością charakteryzowała się orna warstwa gleby (0-20 cm) po orce przedzimowej i wynosiła średnio $1,37 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (tab. 4). Istotnie większą gęstością charakteryzowała się gleba w tej warstwie obiektów talerzowanych przed zimą i mulczowanych roślinami okrywowymi bez stosowania uprawek przedzimowych.

Porowatość ogólna gleby jest drugą cechą, obok gęstości gleby, informującą o stanie jej zagęszczenia. W przeprowadzonym doświadczeniu największą porowatością ogólną warstwy ornej (42,3%) charakteryzowała się gleba mulczowana roślinami okrywowymi, pozostawionymi na polu na okres zimy (tab. 5). Uzyskane wyniki wskazują na ochronną rolę utworzonego mulczu, zabezpieczającego warstwę gleby przed nadmiernym osiadaniami podczas zimy, dzięki czemu stwarza się odpowiednie warunki dla wschodów roślin po siewach bezpośrednich. Także w innej serii doświadczeń polowych wykazano, że ściółka utworzona z roślin okrywowych wpłynęła na zmniejszenie zagęszczenia gleby, wyrażające się zmniejszeniem gęstości gleby i wzrostem porowatości ogólnej w ornej warstwie gleby w porównaniu z obiektem kontrolnym, bez roślin mulczujących [5]. Talerzowanie wykonane przed zimą, mimo zmieszania roślin mulczujących z orną warstwą gleby, nie uchroniło gleby przed osiadaniami. Porowatość tej warstwy gleby była w tym obiekcie mniejsza niż po orce przedzimowej i mulczowaniu bez żadnej uprawy. Należy podkreślić, że ogólna porowatość gleby jest ważną cechą fizyczną gleby. Warunkuje ona wodne i powietrzne właściwości gleby i rozwój korzeni roślin. Do dobrego rozwoju roślin niezbędny jest bowiem pewien stopień spulchnienia i określona wielkość porowatości gleby [9]. Tak więc zmniejszenie

porowatości ogólnej po talerzowaniu wykonanym przed zimą wskazuje na niekorzystny kierunek zmian po tym zabiegu w środowisku glebowym, pod kątem wymagań uprawianych roślin.

Tabela 4. Gęstość gleby po przezimowaniu ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
Table 4. Soil density after winter time (g cm^{-3})

| Uprawa przedzimowa Pre-winter tillage | Warstwa gleby Soil layer (cm) | 2004 | 2005 | Średnio – Mean |
|--|----------------------------------|------|------|----------------|
| Orka Ploughing | 0-20 | 1,38 | 1,36 | 1,37 |
| | 20-40 | 1,49 | 1,43 | 1,46 |
| | 0-40 | 1,44 | 1,39 | 1,42 |
| Mulcz + talerzowanie Mulch + disk harrow | 0-20 | 1,60 | 1,45 | 1,52 |
| | 20-40 | 1,62 | 1,60 | 1,61 |
| | 0-40 | 1,61 | 1,52 | 1,56 |
| Mulcz (bez uprawy) Mulch (without tillage) | 0-20 | 1,50 | 1,48 | 1,49 |
| | 20-40 | 1,56 | 1,51 | 1,53 |
| | 0-40 | 1,53 | 1,49 | 1,51 |
| Średnio Mean | 0-20 | 1,49 | 1,43 | 1,46 |
| | 20-40 | 1,56 | 1,51 | 1,54 |
| | 0-40 | 1,52 | 1,47 | 1,50 |
| NIR ($P = 0,05$) pomiędzy – LSD ($P = 0,05$) between: Uprawą przedzimową – Pre-winter tillage | | | | 0,04 |
| Warstwami gleby – Soil layers | | | | 0,06 |
| Latami – Years | | | | r.n. – n.s. |

W kształtowaniu właściwości wodno-powietrznych gleby ważną rolę pełnią pory aeracyjne, największe, o średnicy powyżej 30 μm , tzw. makropory. Woda w tych porach może przebywać okresowo w czasie opadów. W przeprowadzonym doświadczeniu największe zmiany objętości makroporów zachodziły w ornej warstwie gleby pod wpływem różnorodnych zabiegów uprawowych wykonywanych przed zimą. W obiektach po orce przedzimowej zajmowały one objętość 11,1%, a po talerzowaniu ich objętość była istotnie mniejsza i wynosiła 7%. Potwierdziła się też ochronna rola mulczy roślin okrywowych w stosunku do gleby, bowiem porów tej frakcji było istotnie więcej w ornej warstwie gleby niż po talerzowaniu.

Mezopory to pory kapilarne o średnicy od 30 do 0,2 μm , które mają zdolność do podsiąku kapilarnego oraz zatrzymywania wody wbrew siłom grawitacji. Uzyskane wyniki badań wskazują, że objętość tych porów w ornej warstwie gleby nie zależała istotnie od zróżnicowanej uprawy przedzimowej, a więc potwierdziła się podobna zależność jak z kształtowaniem połowej pojemności wodnej.

Objętość mikroporów o średnicy poniżej 0,2 μm , w badanych warstwach gleby kształtowała się od 6,9 do 7,7%; nie różniła się istotnie w zależności od wykonanych sposobów uprawy przedzimowej. Te pory mikrokapilarne wypełnione są zawsze wodą, jednak niedostępną dla roślin ze względu na dużą siłę jej wiązania ze stałą fazą gleby [9].

Tabela 5. Porowatość dyferencyjna gleby (%) po przezimowaniu
Table 5. Differential soil porosity (%) after winter time

| Uprawa przedzimowa Pre-winter tillage | Warstwa gleby Soil layer (cm) | Porowatość ogólna Total porosity | | | Objętość makroporów Capacity of macropores $\varnothing > 30 \mu\text{m}$ | | | Objętość mezoporów Capacity of mesopores $\varnothing 30-0,2 \mu\text{m}$ | | | Objętość mikroporów Capacity of micropores $\varnothing < 0,2 \mu\text{m}$ | | |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|------|--------------|---|------|--------------|---|------|--------------|--|------|--------------|
| | | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean | 2004 | 2005 | średnio mean |
| Orka Ploughing | 0-20 | 38,8 | 44,7 | 41,8 | 8,2 | 14,1 | 11,1 | 23,6 | 23,8 | 23,7 | 7,0 | 8,1 | 7,5 |
| | 20-40 | 36,8 | 41,9 | 39,4 | 6,4 | 9,4 | 7,9 | 23,5 | 25,7 | 24,6 | 6,9 | 6,8 | 6,9 |
| | 0-40 | 37,8 | 43,3 | 40,6 | 7,3 | 11,8 | 9,5 | 23,5 | 24,8 | 24,2 | 6,9 | 7,5 | 7,2 |
| Mulcz + talerzowanie Mulch + disk harrow | 0-20 | 37,8 | 42,6 | 40,2 | 5,0 | 9,0 | 7,0 | 24,9 | 26,6 | 25,8 | 8,0 | 7,1 | 7,5 |
| | 20-40 | 36,8 | 40,8 | 38,8 | 5,3 | 10,2 | 7,8 | 23,7 | 23,2 | 23,4 | 7,9 | 7,5 | 7,7 |
| | 0-40 | 37,3 | 41,7 | 39,5 | 5,1 | 9,6 | 7,4 | 24,3 | 24,9 | 24,6 | 8,0 | 7,3 | 7,6 |
| Mulcz (bez uprawy) Mulch (without tillage) | 0-20 | 39,8 | 44,7 | 42,3 | 7,4 | 12,1 | 9,8 | 24,8 | 25,6 | 25,2 | 7,5 | 7,0 | 7,2 |
| | 20-40 | 37,4 | 44,5 | 40,9 | 6,6 | 15,1 | 10,9 | 22,6 | 22,7 | 22,6 | 8,2 | 6,8 | 7,5 |
| | 0-40 | 38,6 | 44,6 | 41,6 | 7,0 | 13,6 | 10,3 | 23,6 | 24,2 | 23,9 | 7,9 | 6,9 | 7,4 |
| Średnio Mean | 0-20 | 38,8 | 44,0 | 41,4 | 6,9 | 11,7 | 9,3 | 24,4 | 25,3 | 24,9 | 7,5 | 7,4 | 7,4 |
| | 20-40 | 37,0 | 42,4 | 37,7 | 6,1 | 11,6 | 8,9 | 23,3 | 23,9 | 23,5 | 7,7 | 7,0 | 7,4 |
| | 0-40 | 37,9 | 43,2 | 40,6 | 6,5 | 11,7 | 9,1 | 23,9 | 24,6 | 24,2 | 7,6 | 7,2 | 7,4 |
| NIR ($P = 0,05$) pomiędzy: LSD ($P = 0,05$) between: | | | | | | | | | | | | | |
| Uprawą przedzimową Pre-winter tillage | | 1,8 | | | 2,0 | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | |
| Warstwami gleby – Soil layers | | 3,6 | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | |
| Latami – Years | | 3,6 | | | 4,3 | | | r.n. – n.s. | | | r.n. – n.s. | | |

WNIOSKI

1. Mulczujące rośliny okrywowe korzystnie wpłynęły na gospodarkę wodną gleby, kształtowaną bezpośrednio po zimie, przed rozpoczęciem prac polowych.
2. Orka przedzimowa korzystniej wpłynęła na wilgotność i zapas wody w glebie w porównaniu z talerzowaniem przed zimą.
3. Nie stwierdzono istotnego wpływu sposobów uprawy przedzimowej na zmiany polowej pojemności wodnej oraz ilość wody użytecznej dla roślin.
4. Orka przedzimowa w porównaniu z talerzowaniem i mulczowaniem wpłynęła na zwiększenie zasobów wody łatwo dostępnej dla roślin.
5. Ściółka z roślin okrywowych zabezpieczała orną warstwę gleby przed nadmiernym osiadaniami podczas zimy.
6. Talerzowanie wykonane przed zimą, mimo zmieszania roślin mulczujących z orną warstwą nie uchroniło gleby przed osiadaniami.
7. Zmiany objętości makroporów po różnorodnych zabiegach uprawowych wykonanych przed zimą były znacznie większe w ornej warstwie gleby niż w warstwie podornej.
8. Po orce przedzimowej makropory zajmowały w glebie istotnie większą objętość niż po talerzowaniu.
9. Objętość mezoporów (\varnothing 30-0,2 μm) w ornej warstwie gleby nie zależała istotnie od zróżnicowanej uprawy przedzimowej. Nie stwierdzono też istotnych różnic w objętości mikroporów.

PIŚMIENNICTWO

1. **Duer I.:** Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. *Fragm. Agron.*, XIII, 1 (49), 29-43, 1996.
2. **Gonet Z.:** Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.*, 2 (30) VII, 7-18, 1991.
3. **Höppner F., Zach M., Sommer C.:** Conservation tillage – a contribution to soil protection – effect on plant yields. Konferencja Naukowa. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”. Szczecin-Barzkowice, 151-157, 1995.
4. **Kęsik T., Błażewicz-Woźniak M.:** Zmiany niektórych fizycznych właściwości gleby pod wpływem uproszczeń stosowanych w przedzimowej i wiosennej przedsiwnej uprawie roli w ogniwie zmianowania roślin warzywnych. *Ann. UMCS, II, EEE*, 173-182, 1994.
5. **Konopiński M., Kęsik T., Błażewicz-Woźniak M.:** Wpływ mulczowania międzyplonowymi roślinami okrywowymi i uprawy zerowej na kształtowanie wilgotności i zagęszczenia gleby. *Acta Agrophysica*, 45, 105-116, 2001.
6. **Nyakatawa E.Z., Reddy K.C., Lemunyon J.L.:** Predicting soil erosion in conservation tillage cotton production systems using the revised universal soil loss equation. *Soil and Tillage Research*, 57, 4, 213-224, 2001.
7. **Radecki A., Opic J.:** Metoda siewu bezpośredniego w świetle literatury krajowej i zagranicznej. *Rocz. Nauk Roln.*, A. 109, 2, 119-141, 1991.

8. **Rozzak W., Radecki A., Opic J.:** Energochłonność orek wykonywanych w różnych warunkach. *Fragm. Agron.*, 2 (30), 39-465, 1991.
9. **Turski R., Domżał H., Borowiec J., Flis-Bujak M., Misztal M.:** Gęstość stałej fazy, gęstość i porowatość gleb. *Gleboznawstwo*, Wyd. AR Lublin, 90-97, 1998.
10. **Walczak R., Ostrowski J., Witkowska-Walczak B., Słowiński C.:** Hydrofizyczne charakterystyki mineralnych gleb ornych Polski. *Acta Agrophysica*, 79, 24-64, 2002.
11. **Zimny L.:** Uprawa konserwująca. *Post. Nauk Roln.*, 5/99, 41-51, 1999.

EFFECT OF PRE-WINTER SOIL TILLAGE AND COVER CROP MULCHES ON WATER RETENTION, COMPACTION AND DIFFERENTIAL POROSITY OF SOIL AFTER WINTER TIME

Tadeusz Kęsik, Mirosław Konopiński, Marzena Błazewicz-Woźniak

Department of Soil Cultivation and Fertilization of Horticultural Plants, Agricultural University
ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: tadeusz.kesik@ar.lublin.pl

Abstract. Field experiments were carried out on grey-brown podzolic soil in the years 2004-2005. Three methods of pre-winter soil tillage: 1) ploughing without mulching, 2) mulching before winter, and 3) mulching, without pre-winter soil tillage, were investigated. After settlement of soil during the winter and before the beginning of spring pre-sowing soil cultivation, the soil moisture, field water capacity (pF 2.2), water resources: available water (pF 2.2-4.2), easily accessible water (pF 2.2-3), water resources at the stable wilting point (pF 4.2), bulk density of soil, total porosity, macropores volume ($\varnothing > 30\mu\text{m}$), mesopores ($\varnothing 30-0,2\mu\text{m}$), micropores ($\varnothing < 0,2\mu\text{m}$) in soil layers 0-20 cm and 20-40 cm were determined. In spring, the soil moisture was the highest in the objects with plant mulches, without pre-winter soil tillage. A favourable effect of pre-winter ploughing on water management in comparison with disk harrow was noticed. The effect of soil cultivation method on changes of field water capacity and available water for plants was not significant. Pre-winter ploughing in comparison with disk harrow cultivation and mulching without soil tillage had a favourable influence on water resources of easily accessible water for plants. Decrease of soil compaction in the cultivated layer under plant mulches was observed.

Key words: pre-winter soil tillage, plant mulches, water retention, soil compaction, differential porosity